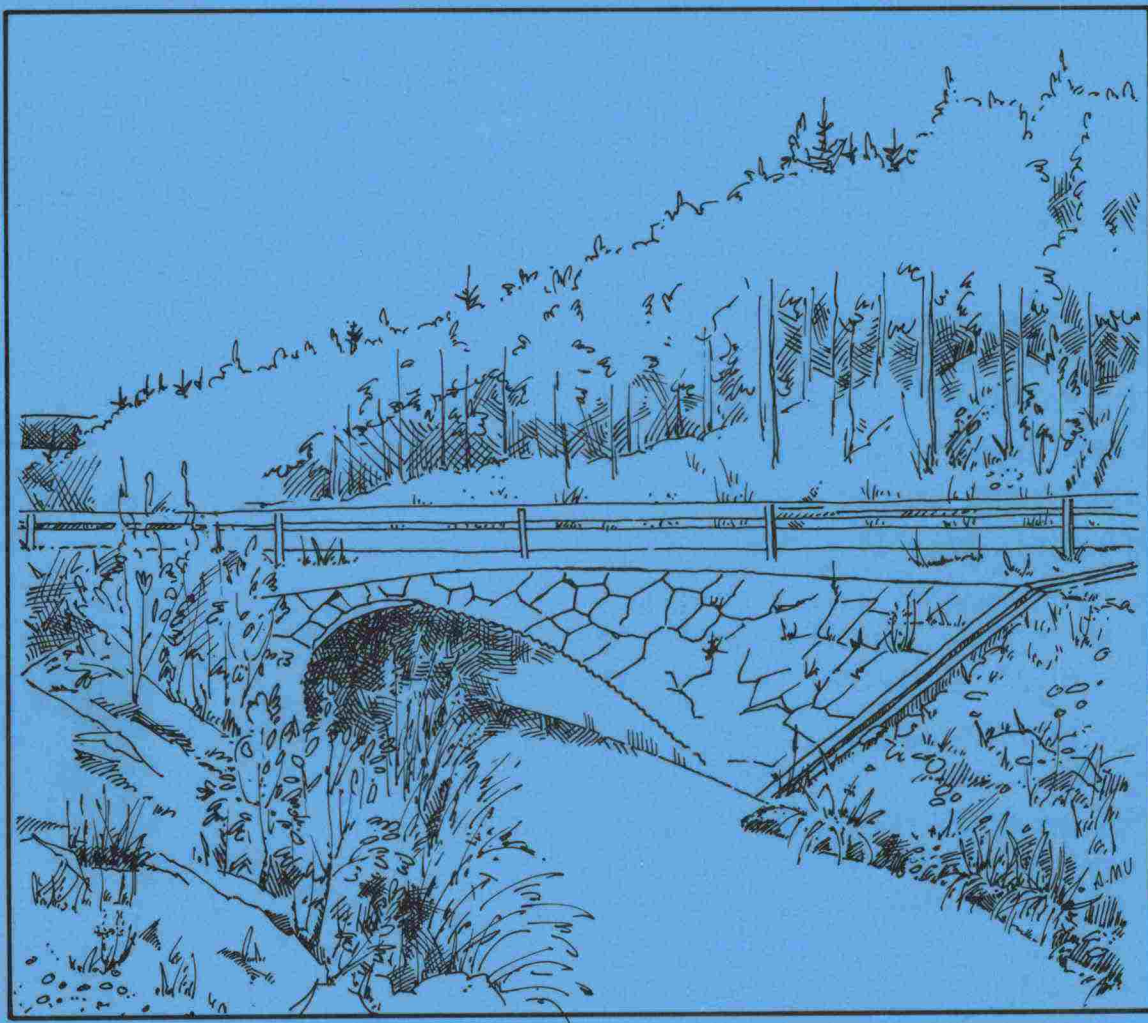


AALLOTETUT TERÄSPUTKET

- SUUNNITTELU
- RAKENTAMINEN
- KUNNOSSAPITO



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TIENSUUNNITTELUTOIMISTO

TVH 722501

HELSINKI 1987

AALLOTETUT TERÄSPUTKET

- SUUNNITTELU
- RAKENTAMINEN
- KUNNOSSAPITO

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TIENSUUNNITTELUTOIMISTO

TVH 722501

HELSINKI 1987

MAANMITTAUSHALLITUKSEN KARTTAPAINO

MAANMITTAUSHALLITUKSEN
KARTTAPAINO
1987

ALKUSANAT

Tie- ja vesirakennushallituksen toimesta perustettiin vuonna 1976 työryhmä laatimaan selvitys aallotettujen teräsputkien käytöstä tierakenteissa.

Selvitystä käytetään yleisten teiden ja soveltuvin osin myös valtion apua saavien yksityisteiden yhteyteen tulevien teräsputkien suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa.

Tie- ja vesirakennushallitus on tarkistuttanut ohjeen piireiltä pyytämensä lausuntojen perusteella. Tarkistustyöstä on vastannut työryhmä, johon ovat kuuluneet dipl.ins. Esko Hyytiäinen, dipl.ins. Ari Puhakka ja dipl.ins. Matti Kuusivaara tie- ja vesirakennushallituksen suunnitteluosastolta, dipl.ins. Lars Björkstén rakennusosastolta ja rkm. Tapani Lehtola tie- ja vesirakennuslaitoksen Hämeen piiristä sekä dipl.ins. Hannu Kivelä Insinööritoimisto LTT Oy:stä.

SISÄLLYSLUETTELO

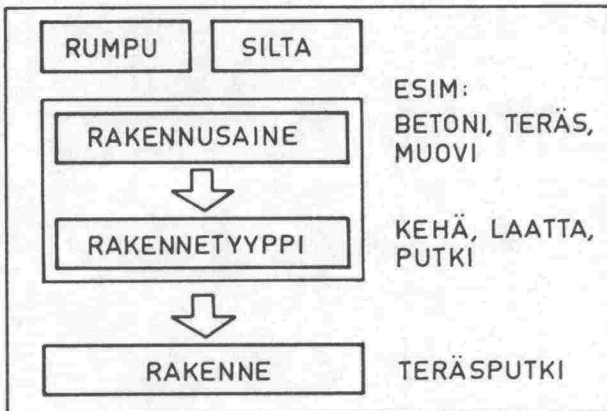
ALKUSANAT	1
SISÄLLYSLUETTELO	5
KÄSITTEITÄ	7
YHTEENVETO	9
1. JOHDANTO	11
2. SUUNNITTELUN PERUSTEET	12
2.1 Teräsputkityypit	12
2.11 Muoto	12
2.12 Rakenne	14
2.2 Putkien valinta	14
2.21 Hydraulinen mitoitus	14
2.22 Käyttötarkoitus	15
2.23 Pohjaolosuhteet	19
2.24 Veden ja maan laadun vaikutus	19
2.3 Vakiokoot	20
2.31 Rakenteiden tunnuksot ja poikkileikkausarvot	20
2.32 Pienet putket ($b \leq 2\,000\text{ mm}$)	20
2.33 Suuret putket ($b > 2\,000\text{ mm}$)	23
2.4 Materiaalivaatimukset	25
2.41 Levymateriaali ja ruuvit	25
2.42 Sinkitys	25
3. SUUNNITTELU	26
3.1 Rakenteellinen mitoitus	26
3.11 Putkeen kohdistuvat kuormat	26
3.111 Maanpaine	26
3.112 Liikennekuorma	26
3.12 Voimasuureiden laskeminen	26
3.121 Normaalivoima	26
3.122 Taivutusmomentti	26
3.123 Maanpohjassa syntyvät rasitukset	28
3.13 Varmuus	28
3.131 Putken seinän murtuminen	28
3.132 Varmuus putken seinän murtumista vastaan	29
3.133 Pulttiliitosten varmuus	29
3.134 Varmuus maapohjan murtumista vastaan	29
3.2 Putken viiste ja suuntakulma	29
3.3 Pituus	29
3.4 Vierekkäiset putket	32
3.5 Perustaminen	32
3.51 Perustamistavat	32
3.52 Arinat	33
3.53 Putken korotus	33

3.6	Lisäsuojaus	37
3.7	Muut suunnitteluohjeet	38
3.71	Siirtymäkiila	38
3.72	Verhoukset	38
3.73	Tukimuurit	38
3.74	Kuivatus	38
3.75	Valaistuslaitteet ja kiinnikkeet	39
3.76	Alikulkukäytävän pään suojaus	39
4.	RAKENTAMINEN	42
4.0	Yleistä	42
4.1	Kaivannon teko	42
4.11	Kaivu	42
4.12	Kaivannon kuivanapito	42
4.2	Arinat	42
4.21	Suodatinrakenteet	43
4.22	Arinan tukirakenteet	43
4.3	Asennus	43
4.31	Asennusohjeet	43
4.32	Nostotapa	43
4.4	Täyttö	44
4.41	Täyttömateriaali	44
4.42	Ympäristäyttö ja tiivistäminen	44
4.5	Muut rakentamisohjeet	48
4.6	Asennus veteen	48
4.61	Perustaminen	48
4.62	Putken asennus	48
4.63	Täyttö	48
4.7	Talvirakentaminen	48
5.	RAKENTEIDEN HANKINTA JA VALVONTA	49
5.1	Rakenteiden hankintamenettely	49
5.2	Kuljetus ja vastaanotto	49
5.3	Laadunvalvonta	49
5.4	Tietojen rekisteröinti	49
6.	KUNNOSSAPITO	50
6.0	Yleistä	50
6.1	Kuntotarkastukset	50
6.11	Tarkastusmenettely	50
6.12	Mittaukset	50
6.2	Kunnossapitotoimet	50
6.21	Lietteen poisto ja putken sulatus	50
6.22	Kuivatus	50
6.23	Muita toimenpiteitä	51
6.3	Sinkityksen korjaus	51
6.31	Pinnan puhdistus	51
6.32	Pinnan korjaus	51
6.4	Putken uusinta	52

KÄSITTEITÄ

A. RAKENNE

Käsitteet on määrätty seuraavan kaavion mukaisesti:



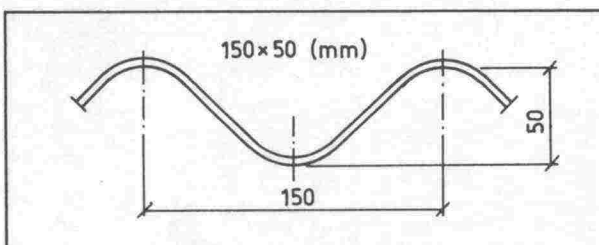
Rumpu on rakenne, joka johtaa veden tai tekee mahdolliseksi pääsyn tien alitse ja jonka vapaan aukon leveys on $< 2,0$ m.

Silta on rakenne, joka johtaa tien jonkin esteen yli ja jonka vapaan aukon leveys on $\geq 2,0$ m.

Betoniputki on yhteisnimitys teräs- betonista tai betonista valmistetulle putkelle.

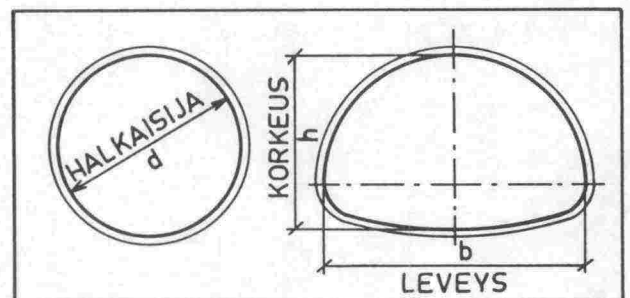
Teräsputki tarkoittaa näissä ohjeissa vesistössä ja alikulkukäytävänä käytettyä putkirakennetta, joka on valmistettu aallotetusta teräslevystä tai teräsnauhasta.

Aallotus eli profiili tarkoittaa teräslevyn tai -nauhan aalto- maista muotoa. Aallotuksen suuruus ilmoitetaan kuvan osoittamalla tavalla.



Halkaisija (d) mitataan putken sisäl- tä.

Putken leveydellä (b) ja korkeudella (h) tarkoitetaan putken sisä- puolista leveyttä ja korkeut- ta.



Kaksilevyrakenne, putkipoikkileikkaus muodostuu kahdesta levystä.

Monilevyrakenne, putkipoikkileikkaus muodostuu kolmesta tai useam- masta levystä.

Kierresaumaputki tarkoittaa rakennet- ta, joka on valmistettu te- räsnauhasta joko saumaamalla tai hitsaamalla.

B. RAKENNUSPAIKKA

Asennussyvyys on putken perustamis- tason pystysuora etäisyys maan tai tien pinnasta.

Peitesyvyys on putken laen pienin pys- tysuora etäisyys tienpinnas- ta.

Suuntakulma on tien keskilinjan ja putken keskilinjan välinen kulma myötäpäivään mitattuna.

Viiste, putken viisteellä tarkoitetaan putken pään kaltevuutta, esim. tien luiskan kaltevuut- teen.

YHTEENVETO

Aallotettuja teräsputkia käytetään tierakenteissa rumpuina ja siltoina.

Aallotettuja teräsputkia on useita erilaisia muotoja ja kokoja. Sentähden on välttämätöntä selvittää ne tekijät, jotka vaikuttavat putkityypin valintaan. Teräsputkien osalta on kiinnitettävä erityinen huomio veden ja maan laadun tutkimiseen teräsputken lisäsuojaustarpeen selvittämiseksi. Lisäsuojauksella voidaan lisätä putken ikää huomattavasti. Putkikoko valitaan hydraulisen, liikenteellisen tms. mitoituksen jälkeen vakiokokotaulukoista, jotka on laadittu siten, että ne kattavat teräsputkien tavallisimman käyttöalueen.

Ohjeiden suunnitteluosassa on selostettu aallotettujen teräsputkien rakenteellinen mitoitus teoria. Mitoituksen perustana on ajoneuvoliikenteen tai kevyen liikenteen siltakuormien mukaiset kuormat. Näin putki voidaan mitoittaa kuormitusta vastaavaksi. Putkelle tulevat jännitykset lasketaan putken seinämän normaalivoimasta ja taivutusmomentista. Putki mitoitetaan siten, että sillä on riittävä varmuus murtumista vastaan sekä riittävä ainevahvuus korroosiota vastaan. Myös maapohjan murtumista vastaan on saavutettava riittävä varmuus. Putken sijoituksessa tulee kiinnittää huomiota putken viisteisiin, suuntakulmaan ja pituuteen.

Putken perustamistapa valitaan geoteknisten selvitysten perusteella. Vaikka aallotettu teräsputki onkin melko joustava rakenne, on se siitä huolimatta pyrittävä perustamaan kantavan pohjamaan varaan. Myös putken viimeistelyyn kuten verhousten, tukimuurien, kuivatuksen, valaistuksen yms. suunnitteluun tulee kiinnittää riittävää huomiota.

Teräsputken kestävyys perustuu putken ja ympäröivän maan yhteisvaikutukseen. Sentähden on rakentaminen, putken kokoaminen, asennus ja ympäristäytö tehtävä huolellisesti. Ympäristäytön materiaalin on täytettävä tietyt vaatimukset. Ympäristäytö on tiivistettävä vähintään 90 % tiiviytteen (parannettu Proctor-menetelmä). Putkelle on saatava riittävä peitesyvyys. Putki voidaan asentaa myös veteen. Putken vastaanotossa ja rakentamisessa on suoritettava tarpeelliset laadunvalvontatoimenpiteet.

Kunnossapidon tehtävänä on tarkkailla putkien kuntoa ja tarvittaessa tehtävä korjaustoimenpiteet. Koska teräsputki voi tietyissä olosuhteissa syöpyä ilmaston, vesi- tai maaolosuhteiden vaikutuksesta, on kuntotarkastuksilla huomattava merkitys putken kestoiälle. Kunnossapitoa ja tarkkailua varten täytetään ominaistietokortti, johon merkitään tiedot putken sijainnista, rakenteesta, mitoista yms.. Korttiin tehdään myös merkintä tarkastuksista ja tarvittavista korjaustoimenpiteistä.

1. JOHDANTO

Aallotetut teräsputket - ohjeet ovat olleet käytössä vuodesta 1978. Ohjeet on tarkoitettu käytettäväksi kaikkien yleisten teiden ja soveltuvien osien valtion apua saavien yksityisteiden ja katujen yhteyteen tulevien teräsputkien suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa.

Ohjeen käytöstä hankitut lausunnot ovat olleet myönteisiä. Kuluneina vuosina on kuitenkin tullut esille seikoja, joiden on katsottu edellyttävän tarkistuksia ohjeeseen.

Nyt tarkistetussa ohjeessa on uudistettu seuraavat seikat:

-vesistöolosuhteiden selvittäminen ja teräsputken käyttökelpoisuus erilaisissa olosuhteissa

-vakiokokotaulukot ja putkien mitoitusperusteet

-putkien lisäsuojaukset

-putkien korjausmenetelmät

Lisäksi ohjeeseen on myös muilta osin tehty vähäisiä muutoksia.

Ohje otetaan käynnissä olevissa suunnitteluhankkeissa heti käyttöön. Muutokset muihin ohjeisiin laaditaan myöhemmin. Suunnitelmissa ja rumpuluettelossa tulee käyttää uusittuja merkintöjä ja kokoja.

2. SUUNNITTELUN PERUSTEET

2.1 TERÄSPUTKITYYPIT

2.1.1 MUOTO

Teräsputket jaetaan muodoltaan seuraaviin ryhmiin:

- pyöreä
- ellipsi
- matala
- vaaka-ellipsi
- alikulkukäytävä-tyyppi

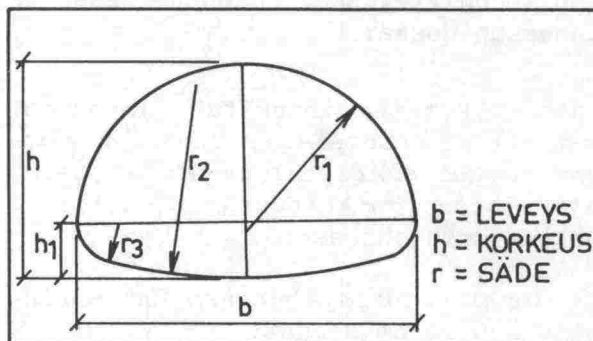
Edellämainittuja putkityyppejä käytetään sekä vesistössä että alikulkukäytävänä. Putken muoto on harkittava kussakin tapauksessa erikseen paikalliset olosuhteet ja erityisnäkökohdat huomioon ottaen.

Seuraavassa on esitetty eri tyyppien erikoispiirteet ja soveltuvuus tiettyyn tarkoitukseen.

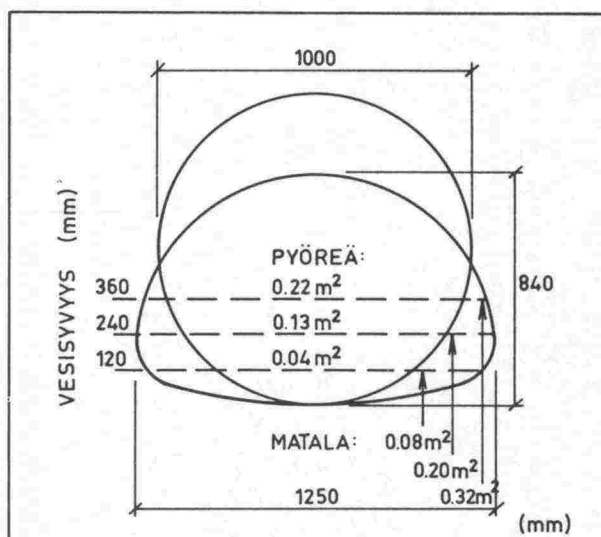
Pyöreä ja elliptinen (elliptisyys 5 %) muoto ovat toistensa vaihtoehtoja. Halkaisijaltaan alle 1500 mm putket ovat tavallisesti pyöreitä. Karjankulkua ja ulkoilua palvelevana alikulkukäytävänä on usein käytetty näitä tyyppiejä.

Matalarakenteisia putkia on useita eri tyyppiejä, joissa alanurkan säde vaihtelee. Matalarakenteista putkea käytetään vesistö-

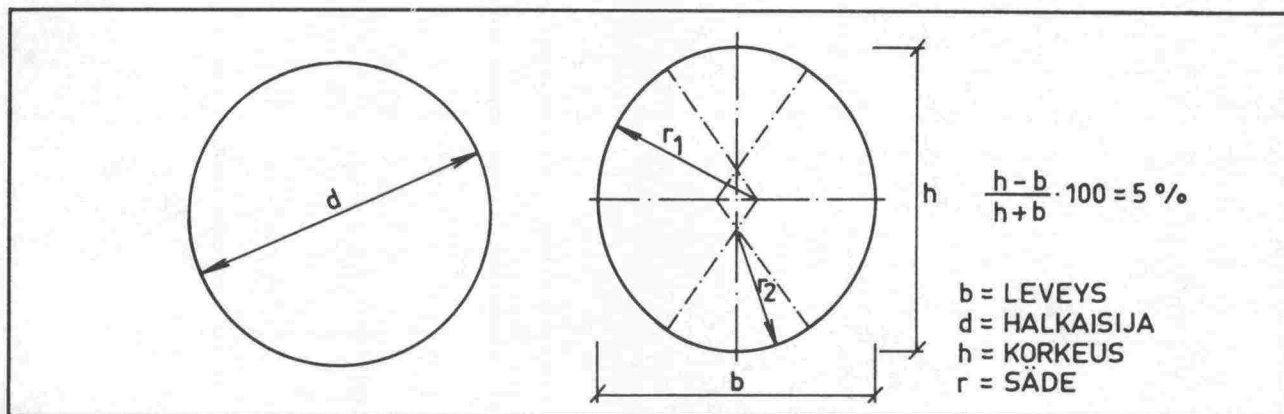
putkena matalien penkereiden yhteydessä ja alikulkukäytävänä. Matalarakenteinen putki voi johtaa tietyllä vesisyvyydellä noin 50 % enemmän vettä kuin samalle syvyydelle perustettu yhtäsuuri pyöreä putki (kuva 3.).



Kuva 2.
Matalarakenteisen putken poikkileikkaus.



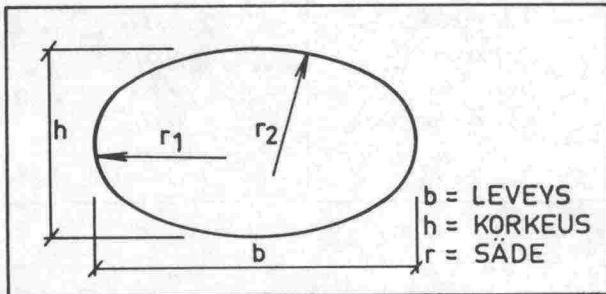
Kuva 3.
Pyöreän ja matalarakenteisen putken kapasiteetti eräillä vesisyvyyksillä.



Kuva 1.
Pyöreän ja elliptisen putken poikkileikkaus.

Matalarakenteisen putken käyttöä rajoittaa putken alanurkkien kohdalla syntyvä suuri pohjarasitus. Tämä asettaa erityisiä vaatimuksia pohjamaan kantavuudelle. Matalarakenteinen putki voidaan korvata esimerkiksi vierekkäisillä, pyöreillä putkilla.

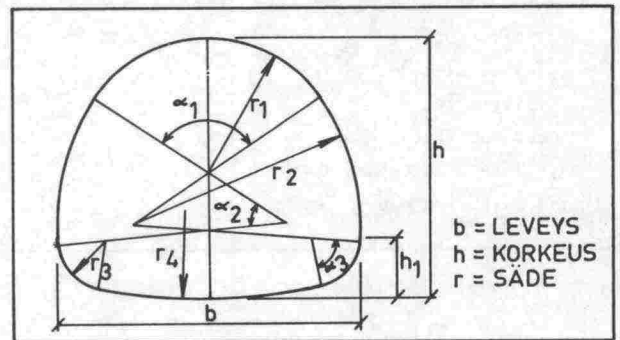
V a a k a - e l l i p t i n e n (elliptisyys vaakasuunnassa 15 %). Putki soveltuu käytettäväksi matalarakenteisen putken asemesta.



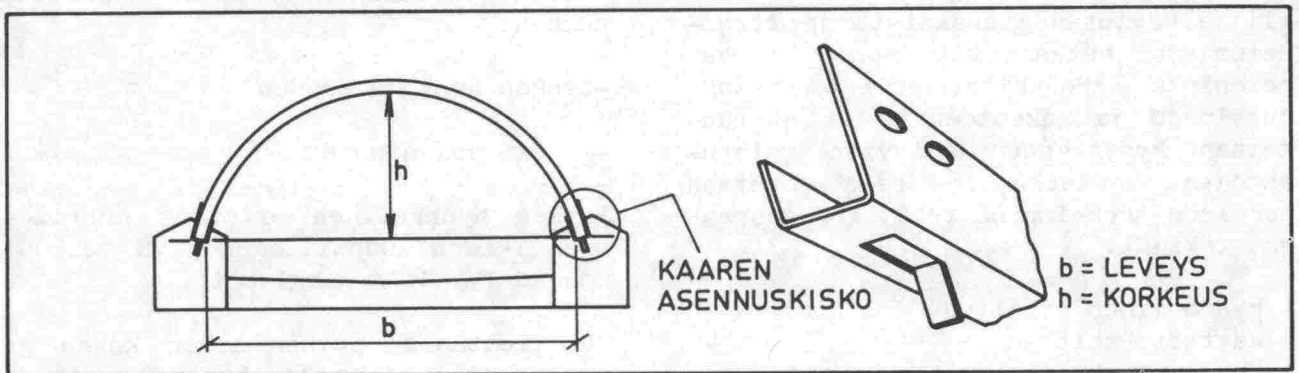
Kuva 4.
Vaaka-elliptisen putken poikkileikkaus.

A l i k u l k u k ä y t ä v ä - t y y p p i ä käytetään nimensä mukaisesti pääasiassa alikulkukäytävänä. Tarvittaessa suurta alikulkukorkeutta ovat alikulkukäytävä- ja elliptinen muoto toistensa vaihtoehtoja.

K a a r i on erikoisrakenne, joka perustetaan teräsbetonianturoille. Käyttöalueena on suuria jännemittoja (5m) edellyttävät kohteet kantavilla perusmailla, vahvistettavat vanhat holvirakenteet ja kallioperustalla tehtävät alikulkukäytävät.



Kuva 5.
Alikulkukäytävä-tyyppisen putken poikkileikkaus.



Kuva 6.
Kaaren poikkileikkaus ja asennuskisko.

2.12 RAKENNE

Aallotetut teräspuutket jaetaan rakenteeltaan seuraaviin ryhmiin:

- monilevyrakenne

- kaksilevyrakenne

- kierresaumattu rakenne

Valinta eri rakenteiden kesken tehdään asennuspaikan olosuhteiden ja rakenteellisen mitoituksen perusteella.

Taulukko 1.

Eri rakenteiden pääasialliset käyttökohteet.

	Monilevyrakenne	Kaksilevyrakenne	Kierresaumattu rakenne
Alikulukäytävät	xxxxxx		
Vesistö sillat ($b \geq 2\ 000\text{ mm}$)	xxxxxx		
Rummut ($b < 2\ 000\text{ mm}$)		xxxxxx	xxxxxx
Liittymärummut			
= yleiset tiet		xxxxxx	xxxxxx
= yksityistiet		xxxxxx	xxxxxx
= maataloustiet			xxxxxx
Kevytliikenteen teiden rummut		xxxxxx	xxxxxx
Väliaikaiset rummut			xxxxxx

2.2 PUTKIEN VALINTA

Veden ja liikenteen johtamiseksi tien alitse käytetään teräksistä ja teräsbetonista putkea tai muuta teräsbetonista rakennetta. Valinta rakennusaineen ja rakenteen osalta perustetaan kysymykseen tulevien vaihtoehtojen vertailuun, jossa otetaan huomioon tärkeimpinä tekijöinä seuraavat tekijät:

- hydraulinen mitoitus
- käyttötarkoitus
- pohjaolosuhteet
- veden ja maan laatu
- kustannukset

Seuraavassa on käsitelty mainittujen tekijöiden vaikutusta valintaan lähemmin. Rumpujen valintaa ja mitoitusta käsitellään lisäksi TVH:n ohjeessa Teiden suunnittelu (TVH 722300) kohdassa IV 4.4.

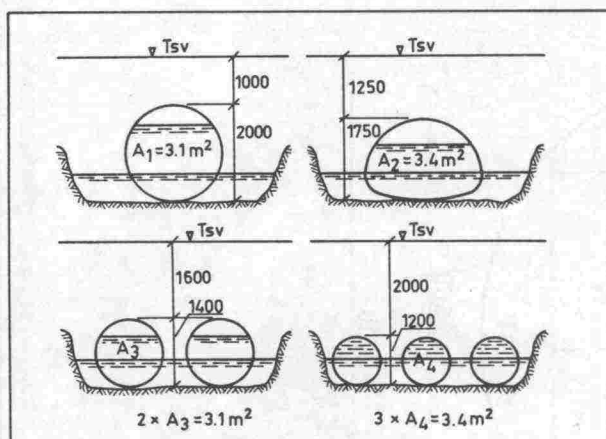
2.21 HYDRAULINEN MITOITUS

Putken hydraulinen mitoitus määrittää putken:

- aukon koon ja muodon
- korkeussijainnin

Putken hydraulinen mitoitus suoritetaan Teiden suunnittelun (TVH 722300) kohdan IV. 4.44 mukaisesti.

Määritettäessä putken aukon kokoa ja muotoa otetaan vaihtoehtoina huomioon eri muotoiset yksittäiset putket sekä myös mahdollisuus käyttää kahta tai useampaa putkea rinnakkain. Kaksoisputki voi tulla kysymykseen, jos virtaama on suuri ja korkeutta on vähän käytettävissä. Tällaisissa olosuhteissa voidaan myös matalarakenteisella tai vaaka-elliptisellä teräspuutkella saavuttaa haluttu tulos (Teiden suunnittelu (TVH 722300) kohta IV 4. Liite 1).



Kuva 7.
Neljä erilaista tapaa johtaa sama vesimäärä tien alitse.

Kevyen liikenteen alikulkukäytävänä voidaan muuallakin käyttää teräsputkea, ei kuitenkaan yleensä kevyen liikenteen pääväylillä. Aukon koko mitoitetaan alikulkevan liikenteen ja kunnossapitokaluston vaatiman tilan mukaan. Myös tilapäisteille on teräsputki käyttökelpoinen ratkaisu, koska se on yleensä helppo siirtää uuteen paikkaan.

Kuvissa 8...11. on poikkileikkauksia alikulkukäytävistä, jotka on tarkoitettu pienehköjä kohteita varten, joissa koneellinen kunnossapito ei ole välttämätöntä.

2.22 KÄYTTÖTARKOITUS

Rumpu- tai vesistösillan tyyppin valintaan vaikuttaa käyttötarkoituksen osalta liikenteelliset tekijät:

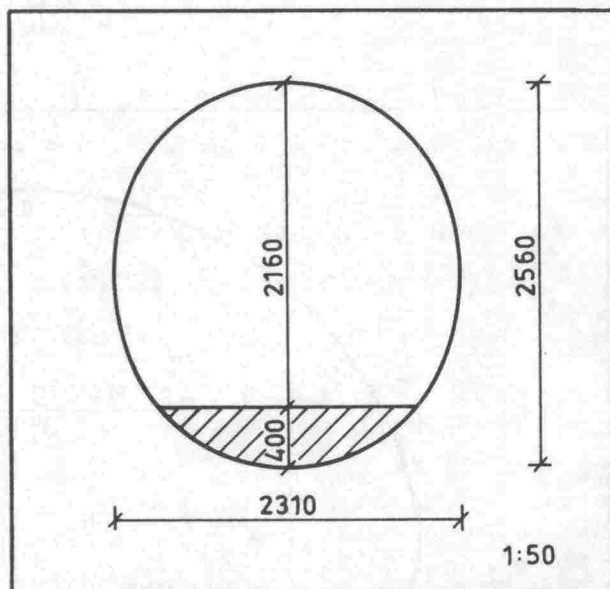
- veneliikenne
- uitto

Tällaisessa tapauksessa määräytyy tyyppin valinta suurelta osin tarvittavan aukon koon ja kunnossapitönäkökohtien perusteella.

Alikulkukäytävät palvelevat käyttötarkoituksen mukaan:

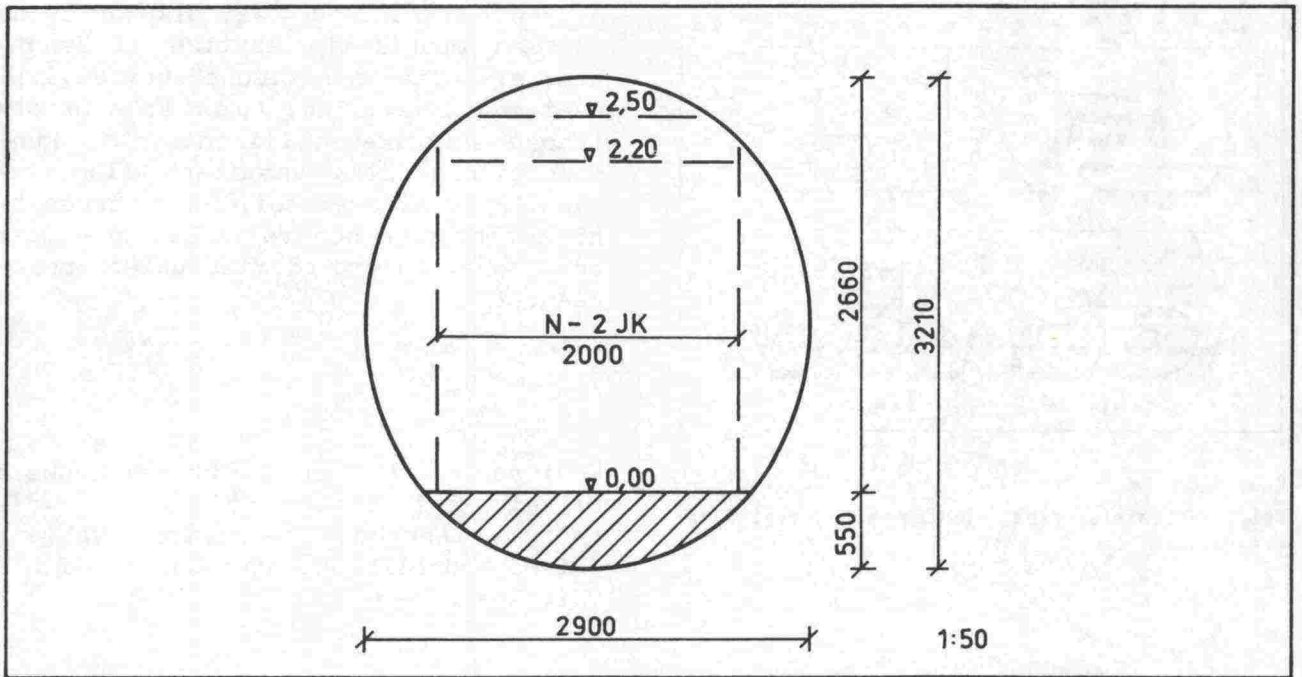
- kevyttä liikennettä
- karjan kulkua ja ulkoilua

Valinta teräsputken ja teräsbetonirakenteisen alikulkukäytävän kesken on suurelta osin kustannus- ja ulkonäkökysymys. Taajama-alueen ulkopuolella on teräsputki usein käyttökelpoinen ratkaisu.



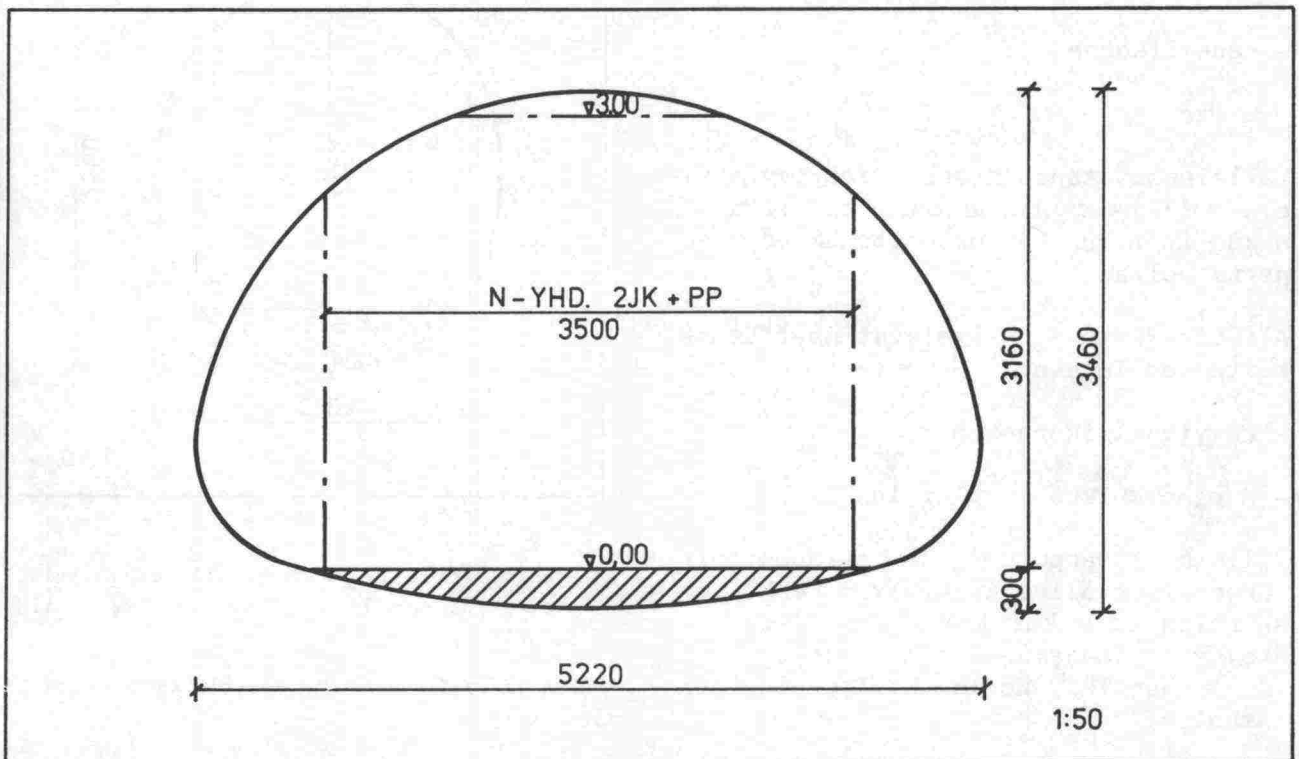
Kuva 8.
Karjankulkua ja ulkoilua palvelevan alikulkukäytävän poikkileikkaus (kuvan mitoitus: hiihtotunneli, 1 latu).

Aukon vähimmäisleveys on kevytliikenteen väylän leveys + 1 m.



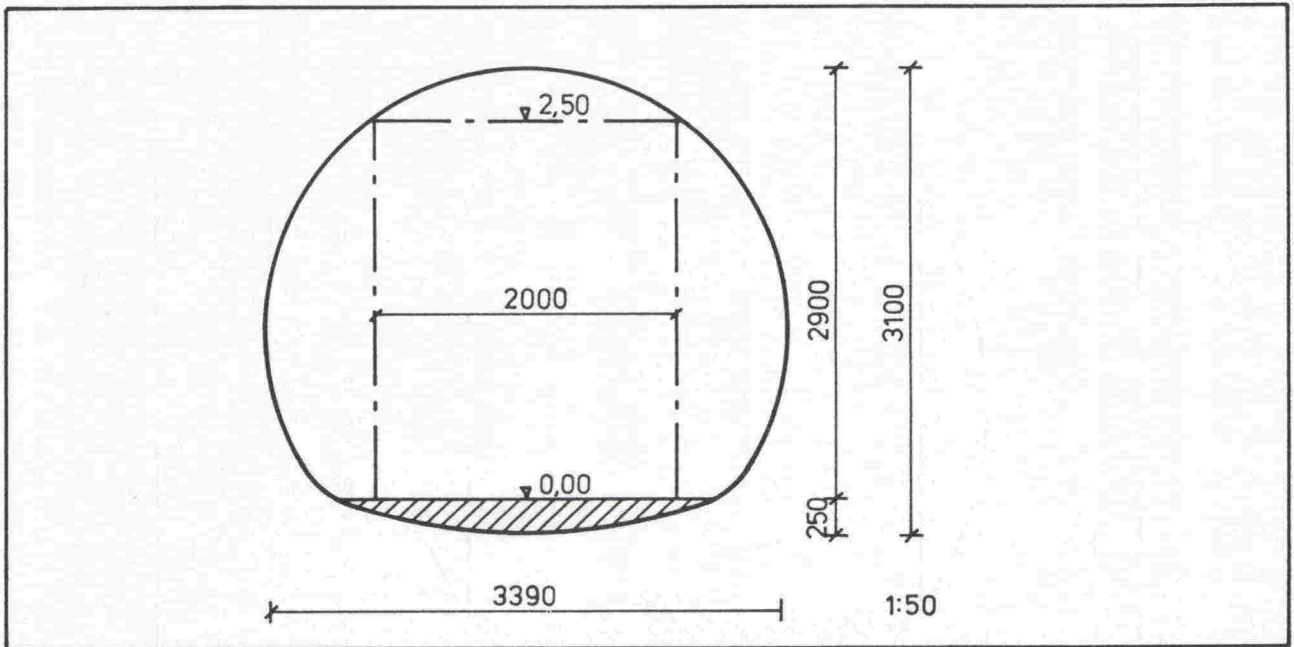
Kuva 9.

Elliptinen, jalankulkua palveleva alikulkukäytävä. Edullinen erityisesti pienehköissä kohteissa, ulkoilureiteillä yms.



Kuva 10.

Matalarakenteinen alikulkukäytävä. Pitkähköt avaruutta vaativat kohteet.



Kuva 11.

Alikulkukäytävä-tyyppi. Poikkileikkausmuodoltaan edullinen, pienehköihin kohteisiin (kuvan mitoitus: hiihtotunneli, latupari).

Taulukko 2.

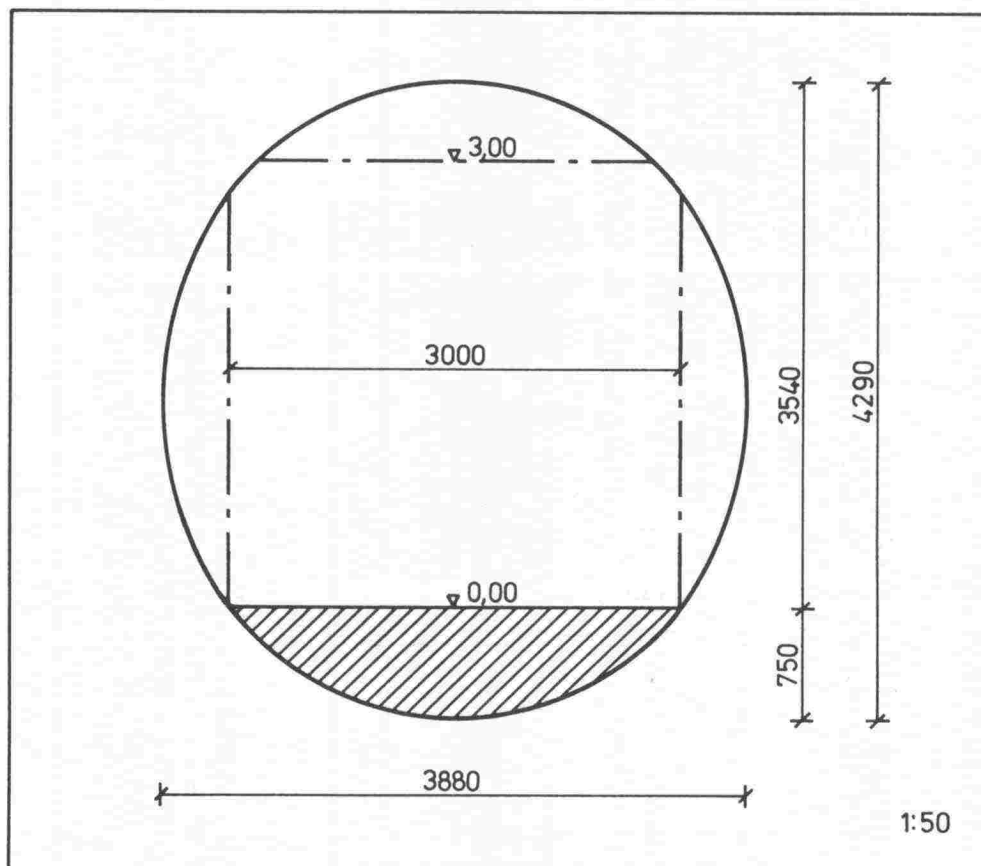
Eräiden kunnossapitokoneiden mittoja.

Kone ja lisälaitte	Pituus (m)	Leveys (m)	Korkeus (m)	Kääntösäde (m)	Akselipaino (t)	Kokonaispaino (t)
Tiehöylä (emäterä)						
- pieni Vammas RG-6V	6.6	2.2/2.5	2.5	8.8	4.1	6.0
- keskikokoinen Lokomo AH 132-C	8.3	2.5/3.7	3.2	9.9	9.4	13.7
Traktori Volvo BM / Valmet 815-4 + Kuormain Valtra VL 2115	5.3	2.2	2.7	5.4	2.2	4.9
- alueaura	6.2	2.8	2.7	-	-	5.3
- lumikauha	6.3	2.5	2.7	-	-	5.4
- takahiekotin	5.6	2.2	2.7	-	-	5.2
- hiekoitinvaunu	7.5	2.2	2.7	-	-	5.8
- avoharja	6.8	2.4/2.7	2.7	-	-	5.3
Puhtaanapitokone VL 942 M	4.2	2.3	2.8	-	4.4	6.8
- avoharja	6.2	2.4/2.7	2.8	-	-	7.2
- avoharja + hiekotin	6.8	2.4/2.7	2.8	-	-	7.4
Pyöräkuormaaaja Wille	4.4	1.7/1.9	2.3	3.5	3.0	6.5
Puhtaanapitokone Hiisi 1100 D	2.6	1.6	2.2	2.4	1.0	1.6
Kuorma-auto Sisu SL 170	7.0	2.5	2.9	6.8	10.0	16.0
- vinoetuaura MAC 3600	8.3	2.9	2.9	7.8	10.0	16.0
- alueaura MAC 3300	8.3	3.3	2.9	7.8	10.0	16.0
- lautaslevitin ECON 400 HDW	7.9	2.5	3.3	6.8	10.0	16.0

Lähde: Suomen Kaupunkiliitto "Kirjallisuusselvitys talvikunnossapidosta", 1985

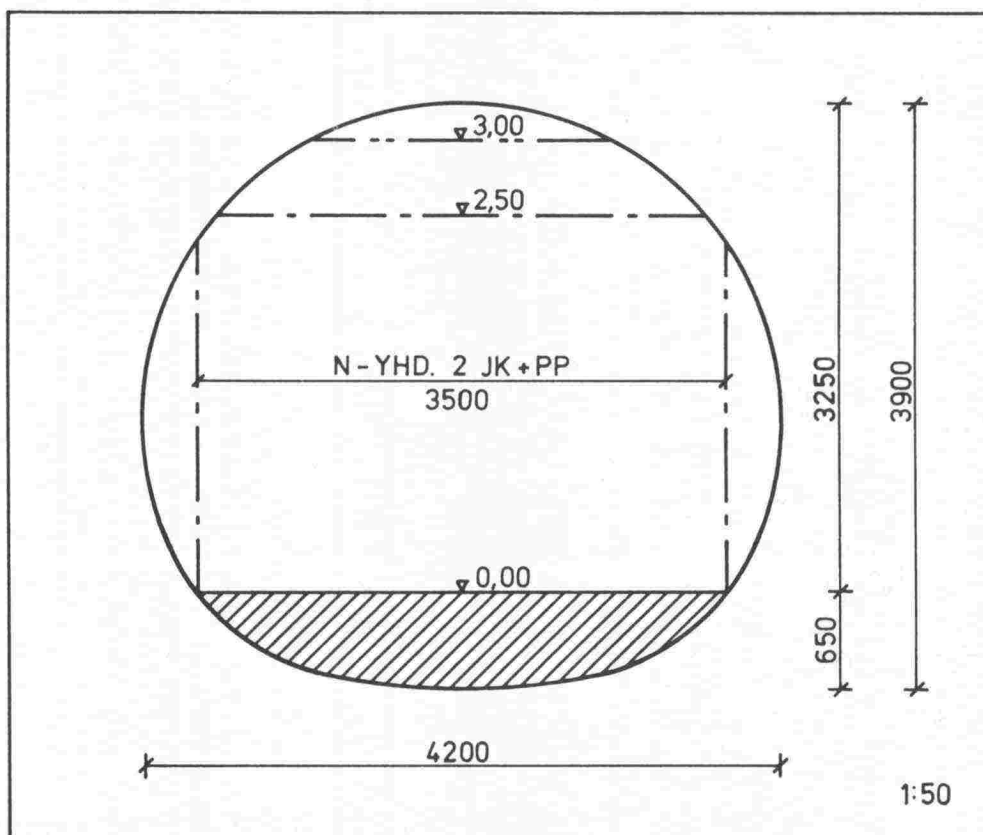
Kuvissa 12..14. on suurempien alikulkukäytävien poikkileikkauksia. Ne on mitoitettu kunnossapitokaluston mittojen mukaan (ks. taulukko 2.).

Valinta eri poikkileikkausmuotojen välillä tehdään putken pituuden, käytettävissä olevan tilan, ulkonäön yms. seikkojen perusteella.



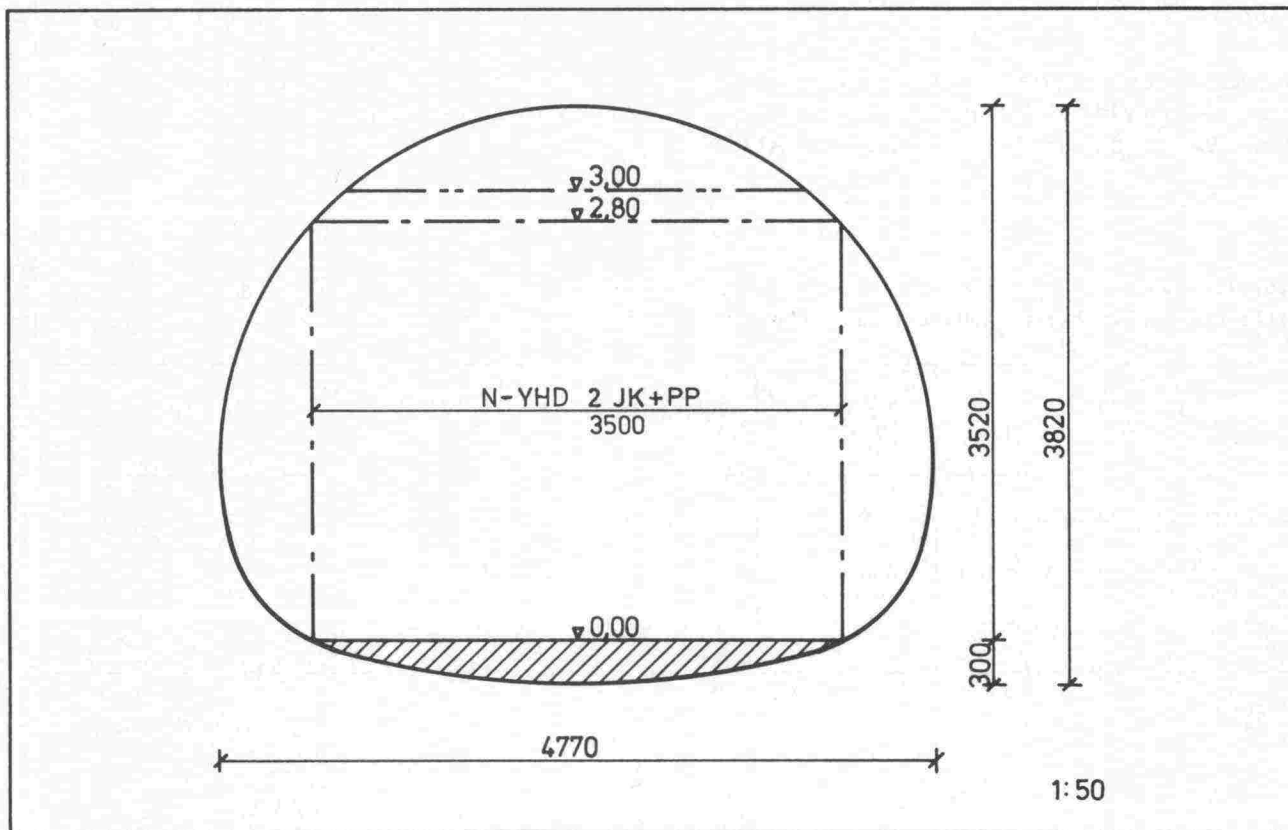
Kuva 12.

Elliptinen, suuri alikulkukäytävä, perustamistaso muita alhaisempi.



Kuva 13.

Alikulkukäytävä.



Kuva 14.

Alikulkukäytävä

Jos tilaa on runsaasti käytettävissä, on kuvan putki suositeltavin.

2.23 POHJAOLOSUHTEET

Jos pohjamaa on kantavaa kitkamaata, ei pohjaolosuhteilla ole vaikutusta rumpu- tai siltatyypin valintaan. Perustaminen tulisikin tehdä kantavan pohjamaan varaan, tarvittaessa esimerkiksi uomaa siirtämällä.

Jos pohjamaan kantavuus on heikohko, on usein tarkoituksenmukaista käyttää teräsputkea niin vesistöissä kuin alikulkukäytävänä, koska tällöin voidaan päästä edullisiin perustamisratkaisuihin. Teräsputken etuna betoniputkeen tai teräsbetonirakenteiseen siltaan verrattuna on heikosti kantavan pohjamaan yhteydessä:

- keveys pohjamaan kantavuuden kannalta
- joustavuus jäykkiin rakenteisiin verrattuna
- edellä mainituista seikoista johtuen perustamiskustannukset ovat vähäiset

2.24 VEDEN JA MAAN LAADUN VAIKUTUS

Veden ja maan laadulla on ratkaiseva merkitys rumpu- ja siltatyypin valinnassa. Teräsputkien korroosio tietyissä olosuhteissa voi olla ilman lisäsuojauksia (ks. kohta 3.6) erittäin nopeaa.

Vesiolosuhteet

Korroosio vedessä on riippuvainen useista eri tekijöistä. Vesi voi sisältää syövyttäviä aineita joko liuenneena tai hiukkasina. Teräsputken käyttökelpoisuus suunnittelukohteen vesiolosuhteisiin on ehdottomasti tutkittava ennen putkityypin valintaa. Käyttökelpoisuutta arvioidaan taulukon 3. perusteella.

Teräsputken käyttökelpoisuus määritetään heikoimman ohjearvon perusteella.

Maaperä

Suomalainen maaperä on yleensä heikosti syövyttävää. Voimakkaammin syövyttävää savimaata esiintyy vallit-

sevana ainoastaan maan etelä- ja lounaisosissa. Yleensä maaperän tai ympäristäytön aiheuttamaa korroosiovaaraa ei tarvitse tutkia.

Taulukko 3.

Teräsputken käyttökelpoisuus erilaisiin vesiolosuhteisiin

Käyttökelpoisuus	pH	Veden virtausnopeus m/s	Kovuus °dH	Muut tekijät
Teräsputkea voidaan käyttää sinkittynä	≥ 6	≤ 0.5	≥ 1	kloridit $CL^- < 50$ mg/l sulfaatit $SO_4^{2-} < 250$ mg/l
Teräsputkea voidaan käyttää lisäsuojattuna	$4 \leq pH < 6$	> 0.5	< 1	
Teräsputkea ei suositella	< 4	> 2.5	-	

2.3 VAKIOKOOT

Taulukot 4...11 on laadittu siten, että ne kattavat teräsputkien tavalisimman käyttöalueen. Jos putken koko on tarpeellista valita taulukon ulkopuolelta, voidaan levypaksuutena käyttää vastaavan rakenteen halkaisijaltaan tai leveydeltään lähinnä suuremmalle putkikoolle taulukoissa ilmoitettua levypaksuutta.

2.31 RAKENTEIDEN TUNNUKSET JA POIKKILEIKKAUSARVOT

Eri rakenteet on esitetty taulukoissa seuraavilla kirjaintunnuksilla:

Rakenne	Aallotus
A1 Monilevy	150 x 50
A2 Monilevy	200 x 55
B1 Kaksilevy	70 x 13
B2 Kaksi-/monilevy	100 x 20
C1 Kierresaumattu	68 x 13 tai TR
C2 Kierresaumattu	100 x 20
C3 Kierresaumattu	125 x 26
C4 Kierresaumattu	TRS

Monilevy- ja kaksileveyrakenteille (A1, A2, B1 ja B2) vaakasuorien ruuviliitosten ruuvimäärä on valittava siten, että ruuvien poikkipinta-ala täyttää seuraavat vaatimukset.

Rakenne	Peitesyvyys m	Ruuviliitos cm ² /m
A1	$0,5 \leq z < 5$	40
	$5 \leq z \leq 8$	60
A2	$0,5 < z < 3$	30
	$3 < z < 6$	45
	$6 < z < 8$	60
B1, B2	$0,5 < z < 4$	20
	$4 < z < 8$	40

2.32 PIENET PUTKET (b ≤ 2000 mm)

Taulukoissa 4...7 on esitetty vakio-koot ja niitä vastaavat minimilevy-paksuudet ilmoitetulla peitesyvyys-alueella. Ruuveilla koottavissa putkissa on otettava lisäksi huomioon peitesyvyydestä johtuva ruuvimäärä kohdan 2.31 mukaisesti.

Pyöreät putket

Taulukko 4.

Ajoneuvoliikenteen kuormalle mitoitettut putket. Minimilevypaksuudet peitesyvyydellä $z = 0,5...8$ m

Halkaisija mm	Minimilevypaksuus (mm)							
	Rakenne							
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	C4
500	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
600	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
800	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
1 000	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
1 200	-	-	2.70	2.00	2.60	2.00	2.00	2.00
1 400	-	-	3.40	2.00	3.40	2.00	2.00	2.00
1 600	2.00	2.00	4.00	2.50	4.00	2.50	2.00	2.00
1 800	2.00	2.00	-	3.00	-	3.00	2.30	2.00
2 000	2.00	2.00	-	3.50	-	3.50	2.70	2.00

Taulukko 5.

Kevyen liikenteen kuormalle mitoitettut putket. Minimilevypaksuudet peitesyvyydellä $z = 0,3...8$ m

Halkaisija (mm)	Minimilevypaksuus (mm)					
	Rakenne B1	Rakenne B2	Rakenne C1	Rakenne C2	Rakenne C3	Rakenne C4
200	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
300	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
400	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
500	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
600	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
800	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1 000	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1 200	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1 400	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1 600	2.00	1.50	2.00	1.50	1.50	1.50
1 800	2.50	2.00	2.50	2.00	1.50	1.50
2 000	3.00	2.50	3.00	2.50	1.50	1.50

Matalarakenteiset putket

Taulukko 6.

Ajoneuvoliikenteen kuormalle mitoitettut putket. Minimilevypaksuudet peitesyvyydellä $z = 0,5...8$ m

Rakenne B1			Rakenne B2		
pinta-ala (m ²)	leveys x korkeus (mm)	levypaksuus (mm)	pinta-ala (m ²)	leveys x korkeus (mm)	levypaksuus (mm)
0.38	740 x 610	2.00	-	-	-
0.56	940 x 730	2.00	-	-	-
0.84	1 190 x 870	2.70	0.59	1 200 x 980	2.00
1.30	1 540 x 1 060	3.50	1.24	1 400 x 1 160	2.00
-	-	-	1.64	1 600 x 1 310	2.50
-	-	-	1.93	1 710 x 1 430	2.80
-	-	-	2.41	1 930 x 1 550	3.30

Taulukko 7.

Kevyen liikenteen kuormalle mitoitettut putket. Minimilevypaksuudet peitesyvyydellä $z = 0,3...8$ m

Rakenne B1			Rakenne B2		
pinta-ala (m ²)	leveys x korkeus (mm)	levypaksuus (mm)	pinta-ala (m ²)	leveys x korkeus (mm)	levypaksuus (mm)
0.38	740 x 610	1.50	-	-	-
0.56	940 x 730	1.50	-	-	-
0.84	1 190 x 870	1.50	0.59	1 200 x 980	1.50
1.30	1 540 x 1 060	2.00	1.24	1 400 x 1 160	1.50
-	-	-	1.64	1 600 x 1 310	1.50
-	-	-	1.93	1 710 x 1 430	2.0
-	-	-	2.41	1 930 x 1 550	2.5

2.33 SUURET PUTKET (b > 2000 mm)

Taulukoissa 8...11 on ilmoitettu va-
kiokoot ja niitä vastaavat minimilevy-
paksuudet ilmoitetulla peitesyvyysalu-
eella. Peitesyvyydestä johtuva ruuvi-
määrä tulee ottaa huomioon kohdan 2.31
mukaisesti. Suuret putket on mitoi-
tettu ajoneuvoliikenteen kuormalle.

Pyöreät putket.

Taulukko 8.

Pyöreät putket. Minimilevypaksuudet peitesyvyydellä z = 0,5...8 m

Halkaisija (mm)	Pinta-ala (m ²)	Minimilevypaksuus (mm)		
		Rakenne A1	Rakenne A2	Rakenne C4
2 200	3.80	2.75	2.75	2.50
2 400	4.52	2.75	2.75	2.50
2 600	5.30	2.75	2.75	3.00
2 800	6.15	3.00	3.00	3.00
3 000	7.00	3.25	3.25	3.50
3 200	8.03	3.50	3.25	-
3 400	9.07	3.75	4.00	-
3 600	10.17	4.00	4.00	-
3 800	11.33	4.50	4.00	-
4 000	12.56	4.75	4.75	-

Rakenteen C4 käyttöikä on arviolta 25 % lyhyempi kuin rakenteiden A1 ja A2 ohuemmasta sinkityspak-
suudesta johtuen.

Elliptiset putket

Taulukko 9.

Elliptiset putket. Minimilevypaksuudet peitesyvyydellä z = 0,5...8 m

Rakenne / A1 (Gävle)			Rakenne / A2 (Armco)			Rakenne / A2 (Vöest)		
pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm	pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm	pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm
3.10	1 900 x 2 100	2.75	3.24	1 930 x 2 150	2.75	3.24	1 920 x 2 140	3.00
3.70	2 069 x 2 280	2.75	3.73	2 100 x 2 300	2.75	3.73	2 070 x 2 140	3.00
4.22	2 200 x 2 440	2.75	4.27	2 230 x 2 460	2.75	4.26	2 200 x 2 460	3.00
5.39	2 490 x 2 750	2.75	5.44	2 510 x 2 770	2.75	5.43	2 500 x 2 770	3.00
6.65	2 760 x 3 050	3.00	6.74	2 800 x 3 090	3.25	6.73	2 790 x 3 080	3.00
8.09	3 050 x 3 370	3.25	8.19	3 060 x 3 400	3.25	8.17	3 080 x 3 400	4.00
9.60	3 320 x 3 670	3.50	9.78	3 350 x 3 720	4.00	9.75	3 360 x 3 710	4.00
11.33	3 610 x 3 990	4.00	11.51	3 630 x 4 030	4.00	11.48	3 640 x 4 020	4.00
13.13	3 880 x 4 290	4.75	13.16	3 920 x 4 340	4.75	13.35	3 950 x 4 340	5.00

Matalarakenteiset putket

Taulukko 10.

Matalarakenteiset putket. Minimilevypaksuudet peitesyvyydellä $z = 0,5...3$ m

Rakenne / A1 (Gävle)			Rakenne / A2 (Armco)			Rakenne / A2 (Vöest)		
pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm	pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm	pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm
2.35	2 040 x 1 500	2.75	2.31	1 870 x 1 540	2.75	2.32	1 880 x 1 540	3.00
3.00	2 290 x 1 660	2.75	2.91	2 200 x 1 680	2.75	2.91	2 230 x 1 670	3.00
4.55	2 910 x 1 960	3.25	4.28	2 860 x 1 940	3.25	4.54	2 960 x 1 990	4.00
5.95	3 480 x 2 210	4.00	6.00	3 370 x 2 240	4.00	5.91	3 370 x 2 220	4.00
7.85	3 910 x 2 540	4.75	7.75	4 050 x 2 510	4.75	7.76	4 040 x 2 520	5.00
9.35	4 350 x 2 720	4.75	9.14	4 330 x 2 710	4.75	9.16	4 330 x 2 750	5.00
10.70	4 390 x 3 060	4.75	10.40	4 320 x 3 040	4.75	10.63	4 590 x 2 970	6.00
12.30	4 820 x 3 260	5.50	11.07	4 360 x 3 270	4.75	13.02	5 230 x 3 220	6.00
14.10	5 220 x 3 460	6.25	13.24	4 750 x 3 540	5.50			

Jos peitesyvyys ylittää 3 m on tarkistettava, että pohjapaine pysyy sallituissa rajoissa.

Alikulkukäytävä-tyyppiset putket

Taulukko 11.

Alikulkukäytävä-tyyppiset putket. Minimilevypaksuudet peitesyvyydellä $z = 0,5...3$ m

Rakenne / A1 (Gävle)			Rakenne / A2 (Armco)			Rakenne / A2 (Vöest)		
pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm	pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm	pinta- ala m ²	leveys x korkeus mm	levy- paksuus mm
5.40	2 680 x 2 470	3.00	5.43	2 670 x 2 540	3.25	5.68	2 830 x 2 490	3.00
6.40	2 920 x 2 660	3.25	6.38	2 980 x 2 710	3.25	6.97	3 160 x 2 720	4.00
6.50	2 950 x 2 670	3.25	6.38	2 910 x 2 730	3.25	6.06	2 820 x 2 670	4.00
8.70	3 460 x 3 100	4.00	9.52	3 730 x 3 130	4.00	9.52	3 770 x 3 120	4.00
8.90	3 450 x 3 160	4.00	8.88	3 520 x 3 150	4.00	8.51	3 390 x 3 100	4.00
11.80	3 950 x 3 660	4.75	11.79	4 060 x 3 590	4.75	12.71	4 210 x 3 710	5.00
			13.13	4 480 x 3 740	5.50	13.36	4 570 x 3 630	6.00
13.02	4 200 x 3 900	4.75	13.33	4 250 x 3 950	4.75	14.80	4 770 x 3 820	6.00
14.20	4 450 x 3 950	5.50	14.62	4 500 x 3 970	5.50	14.62	4 520 x 3 960	6.00

Taulukon katkoviivan alapuoliset putket on mitoitettu kevytliikenteelle (N - yhd. 2jk + pp) ja kunnossapitokalustolle.

2.4 MATERIAALIVAATIMUKSET

2.41 LEVYMATERIAALI JA RUUVIT

Levyateriaalin tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

Kemiallinen koostumus

C	max	0,15 %
Si	max	0,25 %
P	max	0,06 %
S	max	0,05 %
N	max	0,009%

Mekaaniset ominaisuudet

myötöraja	$Re_L \geq 220 \text{ N/mm}^2$
murtovenymä	$A_{50MM} = \min 20 \%$
ruuvit myötörlujuus	$Re_L \geq 320 \text{ N/mm}^2$

2.42 SINKITYS

Sinkityksen paksuuden tulee olla taulukon 12. mukainen (SFS 2765).

Kierresaumatuissa putkissa (rakenteet C1...C4) voidaan käyttää levypaksuussilla $\leq 2 \text{ mm}$ tavallisen sinkityksen sijasta alusinkitystä (55 % AL + 43,4 % Zn + 1,6 % SiO₂). Alusinkityksen paksuuden tulee olla 25 μm ja painon 185 g/m².

Taulukko 12.

Sinkityksen paksuus

Putkityyppi	Sinkitys		
	Paksuus μm x)		paino g/2 m ² xx)
	kaikkien pisteiden ka	yksittäinen piste xxx)	
monilevy rakenne	60	43	840
kaksilevy rakenne	43	30	610
kierresaumattu	43	30	610
ruuvit ja mutterit	43		
x) = yksipuolisesti xx) = molemmat puolet yhteensä xxx) = kolmen mittauksen ka (ks. s. 49)			

3. SUUNNITTELU

3.1 RAKENTEELLINEN MITOITUS

Teräsputkien tavallisimmat koot on mitoitettu eri kuormitustapauksille va-
kiokokotaulukoissa. Putken rakenteel-
linen mitoitus voidaan tarkistaa koh-
tien 3.11 - 3.13 mukaisesti.

3.11 PUTKEEN KOHDISTUVAT KUORMAT

3.111 Maanpaine

Putkeen kohdistuva täytemaan painosta
aiheutuva pystysuora paine määritetään
kaavalla

$$p_m = \gamma \cdot h$$

jossa γ = maan tilavuuspaino kN/m³
h = pystysuora etäisyys maan
pinnasta putken pintaan m

Täytemaan tilavuuspaino riippuu maala-
jista, tiiveydestä, raemuodosta ja
raekoostumuksesta. Keskimääräisenä ti-
lavuuspainon arvona laskelmissa voi-
daan käyttää = 21 kN/m³.

3.112 Liikennekuorma

Liikennekuorma kohdistuu maanpintaan
yleensä pyöräkuormina. Ajoneuvoliiken-
teelle tarkoitetuilla yleisillä teillä
käytetään mitoituskuormana tie- ja ve-
sirakennushallituksen julkaisun Silto-
jen kuormat (TVH 722082) mukaisia kuor-
mia. Kevyelle liikenteelle tarkoite-
tuilla teillä käytetään mitoituskuor-
mana samassa ohjeessa määriteltäjä ke-
vyen liikenteen väylien kuormia. Yksi-
tyisteillä, joiden rakentamista valtio
avustaa, voidaan aallotettujen putkien
ainevahvuudeksi valita 0.7-kertaiset
taulukoissa ilmoitetut ainevahvuudet.

Mitoituslaskelmissa oletetaan akseli-
kuorman jakautuvan tasan ajokaistan
leveydelle (= 3 m) ja kaistan pituus-
suunnassa tasan matkalle, joka saadaan
lisäämällä pyörän kosketuspinnan
pituuteen tarkasteltavan kohdan pysty-
suora etäisyys maanpinnasta. Akseli-
kuorman voidaan olettaa siten jakautu-
van syvyydellä h tasan alueelle, jonka
sivumitat ovat 3 m ja h + 0,2 m. (kuva
15.)

Se osa liikennekuormasta, joka kohdis-
tuu putken leveydelle otetaan putken
liikennekuormaksi F_L .

3.12 VOIMASUUREIDEN LASKEMINEN

Putken seinämään aiheutuu jännityksiä
putkeen kohdistuvista kuormista. Ai-
heutuva puristusjännitys voidaan las-
kea putken seinämän jossain kohdassa
siinä esiintyvistä normaalivoimasta ja
taivutusmomentista. Kun peitesyvyys on
pieni verrattuna putken halkaisijaan,
on taivutusmomentin osuus jännityksiin
merkittävä. Jos taas peitesyvyys on
suuri, on puristavan normaalivoiman
osuus putkeen syntyviin jännityksiin
merkittävin. Putken seinämässä vaikut-
tavat leikkaussuureet voidaan arvioida
kohdan 3.121 ja 3.122 mukaisesti.

3.121 Normaalivoima

Putken seinämään oletetaan vaikuttavan
normaalivoiman (N), joka on putken ke-
hän tangentin suuntainen ja suuruudel-
taan puolet putken päällä vaikuttavas-
ta pysyvistä ja liikkuvasta kuormasta.

3.122 Taivutusmomentti

Putken seinämään vaikuttaa taivutusmo-
mentti, joka aiheutuu putken päällä
olevan maan painosta ja maanpaineesta
sekä liikennekuormasta.

- A. Maan painosta ja maanpaineesta ai-
heutuvan taivutusmomentin M_1 suu-
ruus mitoittavassa kohdassa voi-
daan arvioida olevan seuraava

$$M_1 = 0.015 G \cdot b$$

jossa G = putken päällä olevan
maan paino
b = putken leveys

- B. Liikennekuormasta aiheutuvan tai-
vutusmomentin M_2 suuruus mitoit-
tavassa kohdassa voidaan arvioida
seuraavasti:

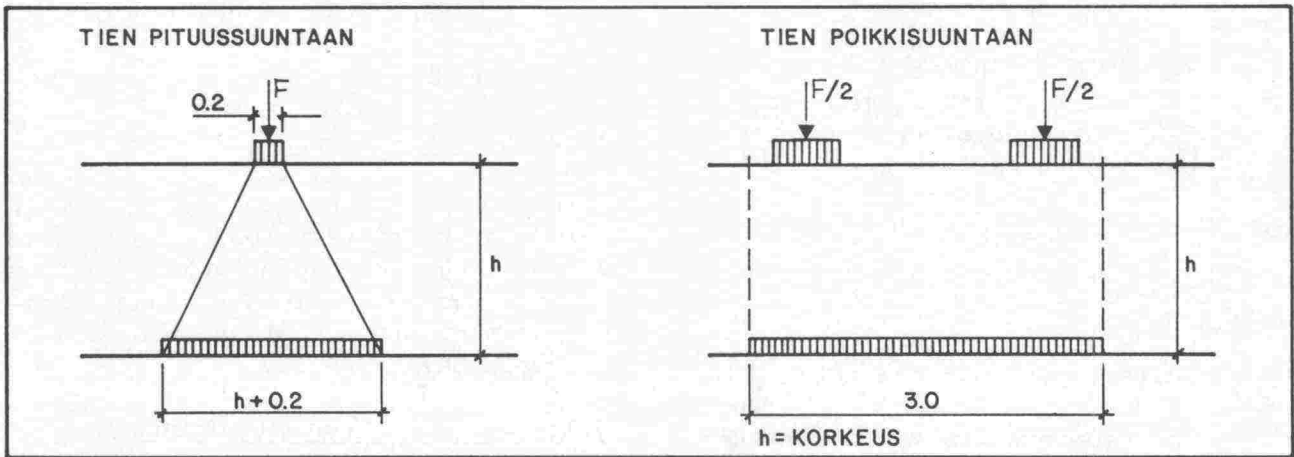
B1. Kuormana yksittäisakseli

- Peitesyvyys z = 0,5 m

$$M_2 = 0,005 F_L \cdot b, \text{ kun } b = 0,5 \text{ m}$$

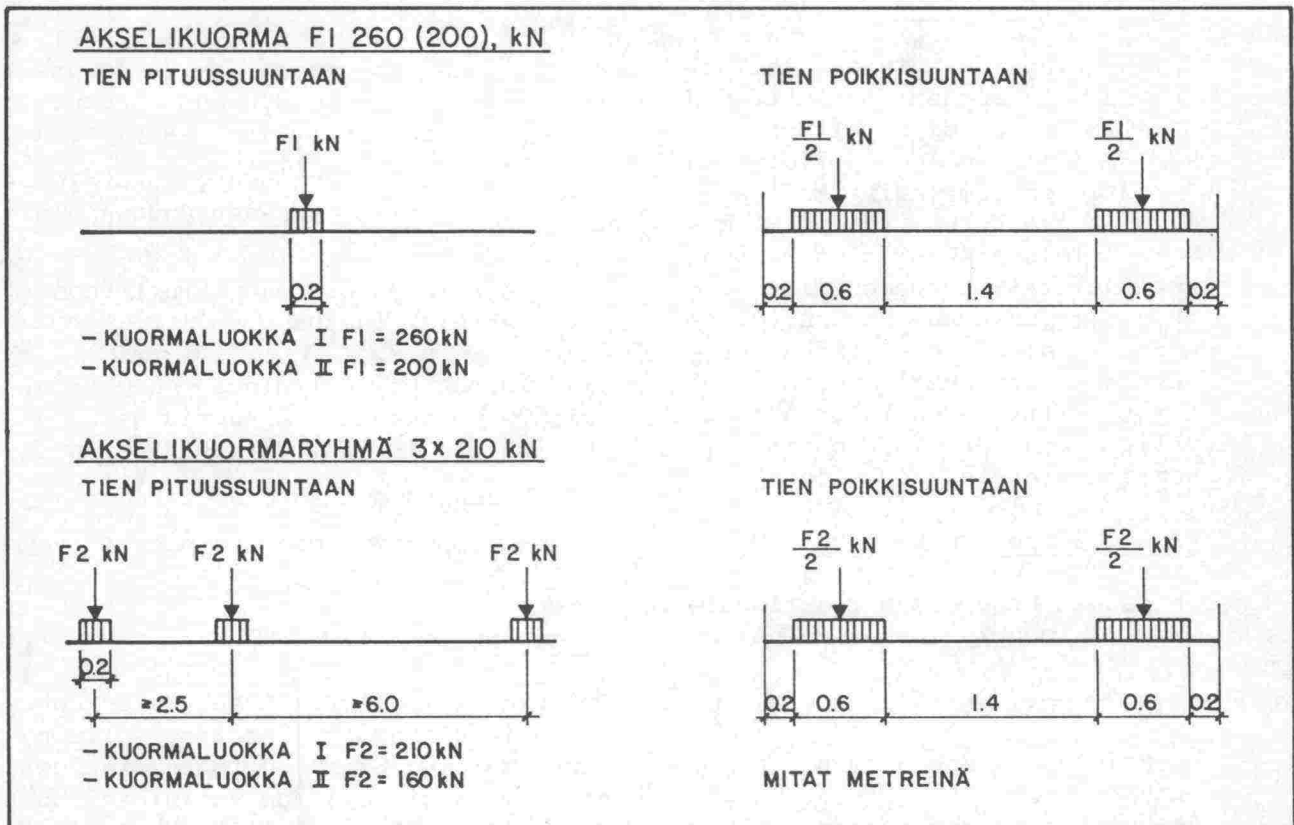
$$M_2 = 0,020 F_L \cdot b, \text{ kun } b = 5 \text{ m}$$

jossa F_L = putken kohdistuva lii-
kennekuorma
b = putken leveys



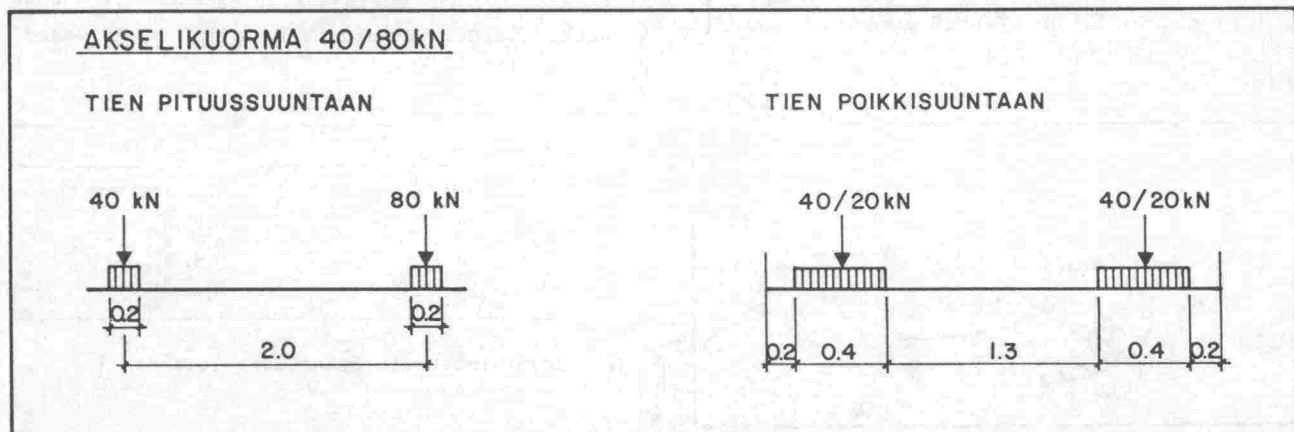
Kuva 15.

Yksinkertaistettu otaksuma akselikuorman jakautumisesta maassa.



Kuva 16.

Ohjeen Siltojen kuormat, TVH 722072, mukaiset kuormat



Kuva 17.

Kevyen liikenteen sillan liikennekuorma.

Kun $0.5 \text{ m} < b < 5.0 \text{ m}$, voidaan taivutusmomentin M_2 laskentakaa-
van vakiokertoimen arvo inter-
poloida suoraviivaisesti.

- Peitesyvyys $z \geq b$

$$M_2 = 0.005 F_L \cdot \frac{b}{z} \cdot b$$

- Peitesyvyys $0.5 \text{ m} < z < b$

Taivutusmomentin M_2 arvot saa-
daan interpoloimalla suoravii-
vaisesti.

B2. Kuormana teliakseli

Telikuorman vaikutusta lasket-
taessa otaksutaan telin toisen
akselin olevan sijoitettuna put-
ken keskilinjalle, jolloin sen
vaikutus on sama kuin yksittäis-
akselin vaikutus kohdan B1 mu-
kaan. Toisen akselin otaksutaan
antavan taivutusmomenttiin li-
säyksen, jonka suuruus on $(0.5 -$
 $a/b)$ kertainen edelliseen ver-
rattuna, jos akselikuormat ovat
samat. Mitta a on telin akseli-
väli. Vain kertoimen positiivi-
set arvot otetaan huomioon.

3.123 Maanpohjassa syntyvät rasitukset

Putkesta maahan kohdistuva reaktiopai-
ne voidaan likimäärin laskea kaavasta:

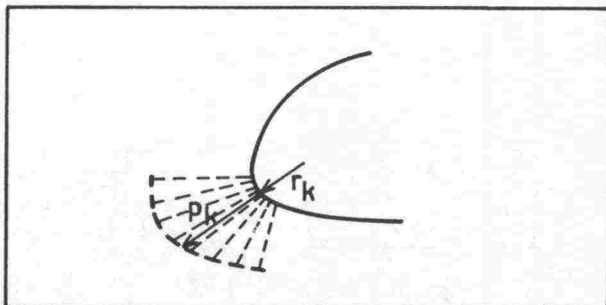
$$p_k = \frac{N}{r_k} \quad \text{jossa}$$

p_k = reaktiopaine kohdassa k
 N = putken kehällä

N = vaikuttava normaalivoima

r_k = putken kaarevuussäde kohdassa k

Varsinkin matalarakenteisissa putkissa
alanurkissa vaikuttavat reaktiopaineet
aiheuttavat maapohjaan suuria rasituk-
sia.



Kuva 18.

Maapohjaan kohdistuvat rasitukset.

3.13 VARMUUS

3.130 Yleistä

Putki on mitoitettava siten, että
sillä on riittävä varmuus murtumista
vastaan käytön aikana sekä riittävä
ainevahvuus korroosiota vastaan. Maa-
pohjan murtumista vastaan on saavutet-
tava riittävä varmuus.

3.131 Putken seinän murtuminen

Murtotavat

Putken seinän murtumisen syynä voivat
olla

- puristusmurtuma tai taivutus-
puristusmurtuma, kun seinämän
materiaalin myötöraja ylitetään
- kimmainen nurjahdus, joka aiheu-
tuu kriittisen nurjahduskuorman
ylittämisestä
- edellä mainittujen murtotapojen
yhteisvaikutus

Mikä murtotapa kulloinkin on määräävä
riippuu putken taipuisuusluvusta b/i
(b = putken leveys, i = seinämän poik-
kileikkauksen hitaussäde $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$) ja
putken ympärillä olevan maan tiivey-
destä.

Murtojäännitys

Taulukossa 13 ilmoitetaan taipuisuus-
luvun funktiona se jäännitys, jolla ra-
kenne murtuu. Siinä on tehty otaksuma,
että maan tiiveys on vähintään 85 %
parannetusta Proctor tiiveydestä.

Taulukko 13.

Putken seinän murtojäännityksen R riippuvuus
putken taipuisuusluvusta b/i (R_u = teräksen
alempi myötöraja).

Taipuisuusluku $\frac{b}{i}$	Murtojäännitys R_u
≤ 500	R_{eL} = teräksen alempi myötöraja
400	0,8 R_{eL}
500	0,6 R_{eL}
600	0,5 R_{eL}
800	0,3 R_{eL}
1000	0,1 R_{eL}

Väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti.

3.132 Varmuus putken seinän murtumista vastaan

Varmuus putken seinämän murtumista vastaan selvitetään rajatilamenetellyllä. Kuormissa käytetään seuraavia osavarmuuskertoimia:

- maan paino ja maanpaine $\gamma_g = 1,2$
- liikennekuorma $\gamma_q = 1,8$
- (raskas erikoiskuorma $\gamma_q = 1,4$)

Varmuus murtumista vastaan on riittävä, jos osavarmuuskertoimilla kerrotuista kuormista aiheutuva laskennallinen jännitys ei ylitä murtojännitystä R_u .

3.133 Ruuviliitosten varmuus

Ruuviliitoksissa ruuvien määrä on riittävä, jos osavarmuuskertoimilla kerrotuista kuormista aiheutuva laskennallinen resuloiva jännitys ei ylitä 0,8 kertaista ruuvien myötölujuuuua.

3.134 Varmuus maapohjan murtumista vastaan

Maapohjaan syntyvät jännitykset eivät saa ylittää maapohjalle sallittavia jännityksiä.

3.135 Ainevahvuus korroosiota vastaan

Yleisillä teillä käytettävien putkien ainevahvuuden tulee olla ≥ 2 mm. Kevyen liikenteen teillä, maatalousliittymissä ja yksityisteillä voidaan pienimpänä ainevahvuutena käyttää 1,5 mm.

3.2 PUTKEN VIISTE JA SUUNTAKULMA

Korkeudeltaan 1 200 mm suuremmat putket viistetään yleensä tien luiskan kaltevuuteen. Viiste aloitetaan määräkorkeudesta, joka on kolmasosa putken korkeudesta, tämä vastaa matalarakenteisilla putkilla alanurkkalevyn yläreunan korkeutta. Viistesuhde määrätään kuvan 19. osoittamalla tavalla.

Putken päiden viistämisessä on otettava huomioon putken keskilinjan ja tien

keskilinjan välinen suuntakulma. Putki pyritään ensisijaisesti sijoittamaan kohtisuoraan tien alitse. Putki voidaan sijoittaa vinoon tien keskilinjaan nähden, jos:

- Putki asennetaan uomaan, jota ei ole tarkoituksenmukaista siirtää.
- Putki saadaan näin kokonaisuudessaan kantavan pohjamaan varaan.

Suuntakulman suositusarvot ovat 70, 100 ja 130 gon kuvan 20 mukaisesti.

3.3 PITUUS

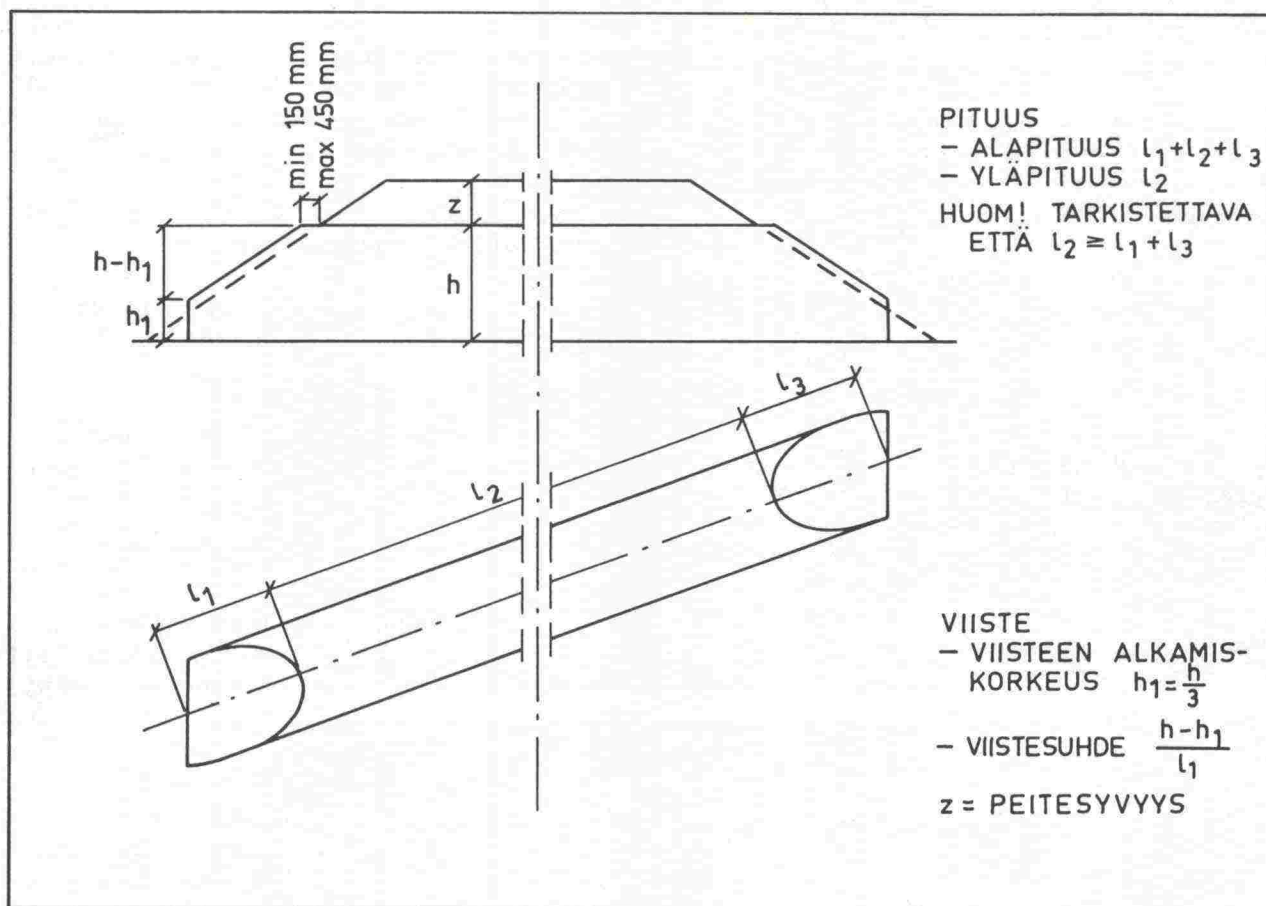
Putken pituudella tarkoitetaan sekä putken laen keskilinjan pituutta eli yläpituutta että putken pohjan keskilinjan pituutta eli alapituutta. (kuva 19).

Putken yläpituus määräytyy tien poikileikkauksen perusteella. Jos putki on viistetty, on putken yläpinnan ulottuva vähintään 150 mm ja enintään 450 mm tien luiskan ulkopuolelle. Hajoaonaa sallitaan valmistajien erisuuruisesta levyjaosta johtuen.

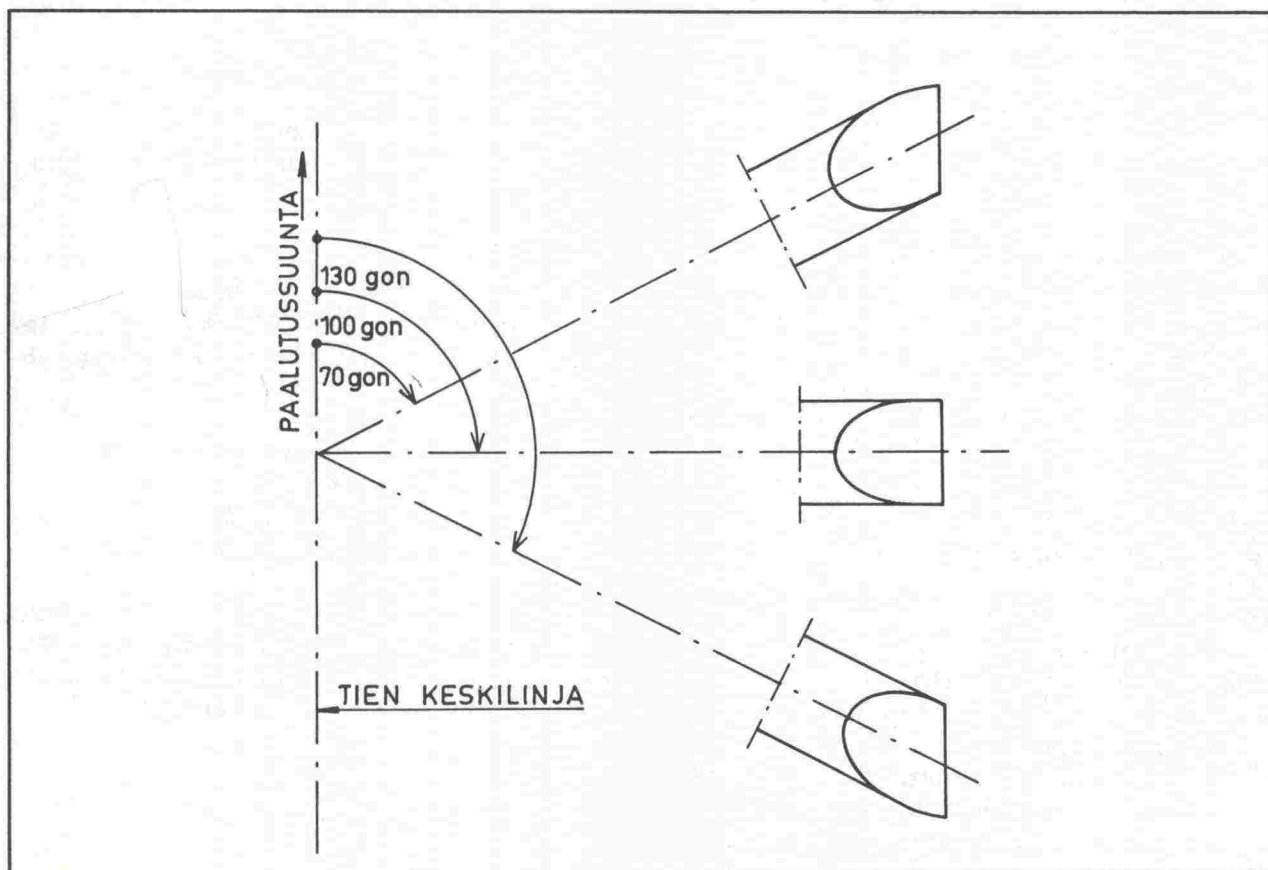
Putken alapituus määritetään viistetyissä putkissa putken kaltevuuden, yläpituuden, viisteen, viisteen alkamiskorkeuden ja suuntakulman perusteella.

Koska sekä ylä- että alapituus sovitetaan tasalevyjaolle, tulee sallittava pidentymä ($a = 600$ mm) ilmoittaa suunnitelmassa kyseisten mittojen yhteydessä.

Jos putken pää on suora, määritetään putken pituus yleensä siten, että noin kolmasosa putken korkeudesta jää tien luiskan sisään. Putki voi olla myös lyhyempi, yleensä tällöin joudutaan putken pääte verhoilemaan kivi- tai laattaverhouksella tai rakentamaan tukimuurit. Putken pituus on harkittava myös ulkonäön kannalta sopivaksi.

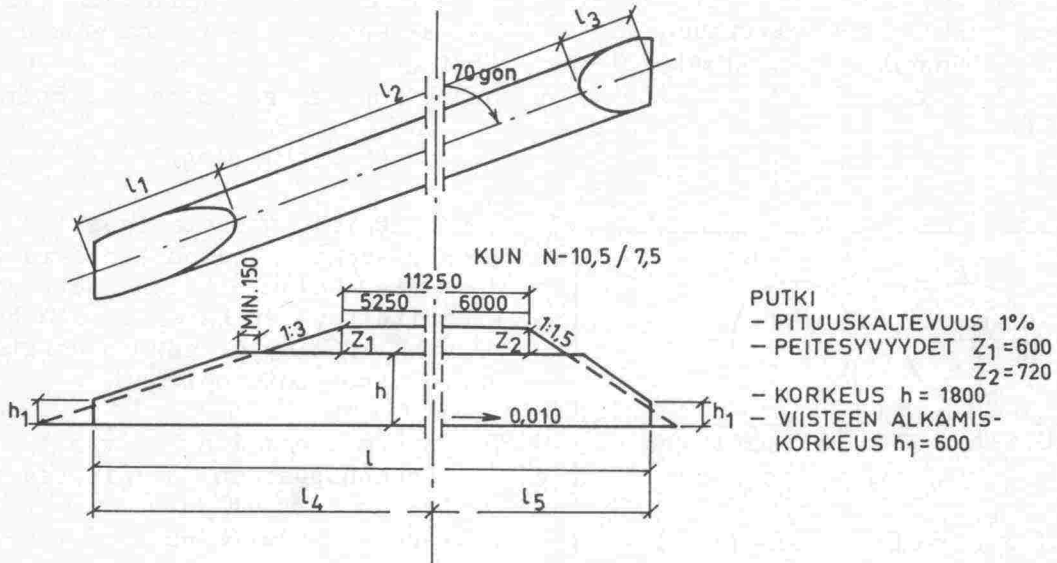


Kuva 19.
 Putken pituuden ja viistesuhteen määrittäminen.



Kuva 20.
 Suuntakulma.

Esimerkki: Putken pituuden määrittäminen.



Yläpituus: Määrätään tien poikkileikkauksen, suuntakulman ja peitesyvyyden perusteella, lisättynä minimiylityksellä $2 \cdot 150$ mm. Lisäksi tulee ilmoittaa sallittava pidentymä $a=600$ mm (ks. kuva 19). Kun suuntakulma on 70° on pidentymäkerroin

$$\frac{1}{\sin 70^\circ} = 1.12$$

$$l_2 = (11250 + 3 \cdot 600 + 1.5 \cdot 720 + 2 \cdot 150) 1.12 + a$$

$$= 16160 + a$$

Alapituus: Määrätään yläpituuden ja viisteiden perusteella lisättynä sallittavalla pidentymällä $a=600$ mm.

$$l = l_2 + l_1 + l_3$$

$$= 16160 + (3 \cdot 1200 + 1.5 \cdot 1200) 1.12 + a$$

$$= 22210 + a$$

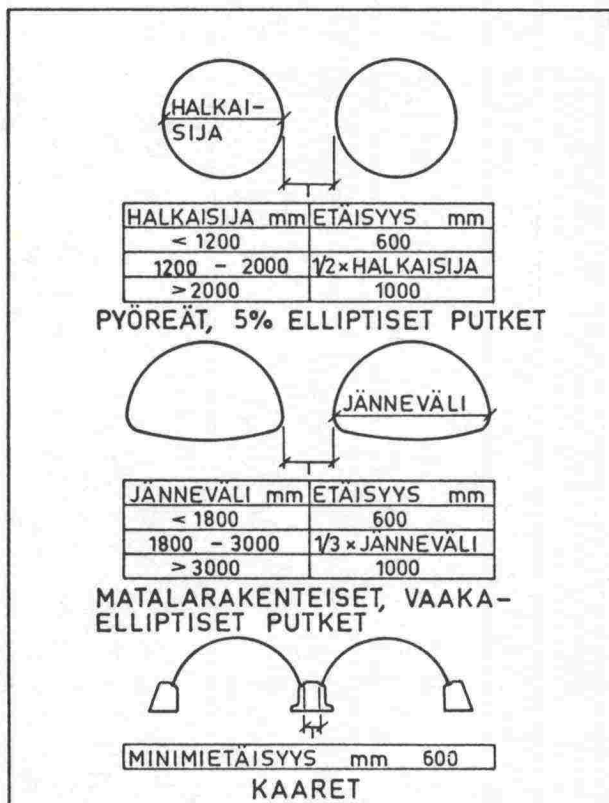
Lisäksi määritetään pituudet l_4 ja l_5 .

$$l_4 = 12095 + \frac{1}{2}a$$

$$l_5 = 10115 + \frac{1}{2}a$$

3.4 VIEREKKÄISET PUTKET

Jos hydraulisen mitoituksen, rajoitetun pergerkorkeuden tai muiden syiden vuoksi käytetään vierekkäisiä putkia, on putkien välisen etäisyyden oltava riittävän suuri asennustyön suorittamisen ja ympäristäytön riittävän tiivistämisen kannalta. Vierekkäisten putkien väliset etäisyydet on esitetty kuvassa 21.



Kuva 21.
Vierekkäiset putket

3.5 PERUSTAMINEN

Vesistöön teräsputkea sijoitettaessa tulee ottaa huomioon vesien luonnollinen virtaus, kuivatuksen kokonaisjärjestelyt ja alueella vallitsevat perustamisolosuhteet.

Alikulkukäytävien sijoituksessa on kiinnitettävä huomiota perustamisolosuhteiden lisäksi alikulkevan tien tarkoituksenmukaiseen sijaintiin liikenteen kannalta ja alikulukäytävän kuivatus- yms. järjestelyihin.

Paikan valinnalla saattaa olla suuri merkitys rakenteiden kokonaiskustannuksiin, jos perustamisolosuhteet vaihtelevat. Rakenne on pyrittävä sijoittamaan kantavan pohjamaan varaan, kohtisuoraan tietä vastaan, mikäli se on kokonaisuuden kannalta edullista. Pehmeikköalueilla on rakenteen perustaminen usein edullisinta tehdä pehmeikön reunaan uomaan siirtämällä.

3.51 PERUSTAMISTAVAT

Teräsputkien perustamisessa noudatetaan yleensä jäljempänä olevia ohjeita ja kuvia. Painuvat penkereet, yms. on suunniteltava erikseen ottaen huomioon putken läheisyydessä suoritettavat geotekniset toimenpiteet.

Perustamistavat A ja B. Rakennuspaikan sijaitessa kanta-valla maaperällä perustetaan putki kaivannon pohjalle rakennettavan sora-arinan varaan. Jos pohjamaa on soraa tai hiekkaa, joka täyttää arinalle asetettavat vaatimukset, voidaan putki perustaa tiivistetylle pohjamaalle. (Kuva 23.)

Perustamistapa C. Routivalle pohjamaalle tai pehmeikölle rakennettavan putken perustamistapa on suunniteltava siten, että putken ja läheisen tiepenkereen välinen painumero sekä tästä aiheutuva haittavaikutus jäävät mahdollisimman vähäisiksi. (Kuva 24.)

Perustamistavat D, E ja F.

Perusmaan ollessa niin pehmeää ja huonosti kantavaa, ettei sora-arinan tiivistäminen välittömästi sen varaan ole mahdollista, perustetaan putki kaivannon pohjalle rakennettavaa lavaa käyttäen. Lavan rakenteesta tehdään geo- ja maarakennuspiirustus, muutoin lava voidaan suunnitella kuvan 25. mukaisesti. Jos perusmaa on huonosti koossa pysyvää, joudutaan kaivutyö tekemään tukiseinien suojassa. Ponttien lyöntisyvyys selvitetään geoteknisten tutkimusten yhteydessä, jolloin erityisesti hydraulinen murtuma tulee ottaa huomioon. Lisäksi tulee kaivannon tukemisessa selvittää tarkoin paikalliset olosuhteet ja käytettävissä olevat tukemismenetelmät yms.

Kun matalarakenteisen putken peitesyvyys ylittää 2 m ja alikulkukäytävätyyppisen putken 4 m, on putken alaturkkien pohjapaine aina laskettava ja verrattava sitä sallittuun pohjapaineeseen.

3.52 ARINAT

Arinat tehdään sorasta, jonka tulee olla jakavan kerroksen kiviainesta ja joka ei saa sisältää läpimitaltaan yli 65 mm kiviä. Arina on ulotettava vähintään paksuutensa verran putken päiden ulkopuolelle.

Arinan paksuus on esitetty kutakin perustamistapaa esittävässä kuvassa. Arinan alaosaan tehdään tarvittaessa 100–200 mm paksuinen suodatinkerros tai käytetään suodatinkangasta. Arinaa ei kuivateta alikulkukäytävän yhteydessä.

Mikäli maaperä putken alapuolella on routivaa ja sen routaantuminen on todennäköistä (putki kuiva tai uoma vähävetinen), on putken alle tulevan sora-arinan ja mahdollisen putken sisäpuolisen täytön yhteispaksuuden oltava vähintään taulukon 14. mukainen.

Taulukko 14.

Sora-arinan paksuus.

Piiri	Sora-arinan paksuus m	
	Putken halkaisija / leveys 2 – 4 m	4 – 6 m
U, T, H, V	1,0	1,30
Ky, M, P-K,	1,20	1,50
Ku, K-S, K-P		
O, Kn, L	1,40	1,70

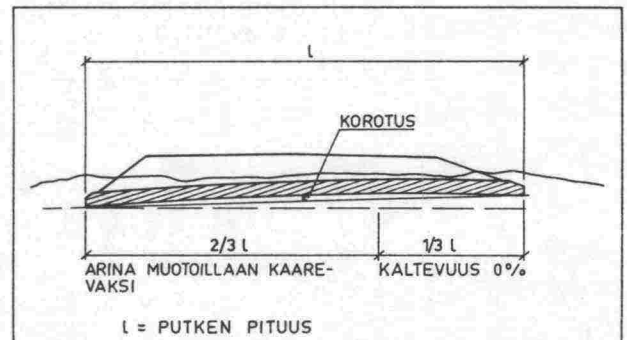
Vaihtoehtoisesti voidaan normaalin sora-arinan alle sijoittaa lämpöeriste, jonka lämmöneristyskyky yhdessä sora-arinan kanssa vastaa edellä esitetyn taulukon sora-arinan lämmöneristyskykyä.

3.53 PUTKEN KOROTUS

Penger- ja ajoneuvokuorman vaikutuksesta putki painuu keskeltä enemmän kuin päistä. Painumien varalta putkelle on suunniteltava tietty painumavara eli korotus, mikäli putkea ei ole perustettu liikkumattomaksi. Putken korotuksen ansiosta putki säilyttää tarvittavan pituuskaltevuuden.

Korotuksen suuruus riippuu pehmeikön syvyydestä ja vesipitoisuudesta sekä putkelle tulevan kuormituksen (pengerkorkeus) suuruudesta. Korotuksen suuruus määrätään geoteknisen selvityksen perusteella. Korotuksen suuruus ei saa ylittää valmistajien ilmoittamaa enimmäiskorotusta. Jos arvioitu painuma on suurempi, johtaa se putken koon suurentamiseen.

Teräsputkien korotus tehdään muotoilemalla arina tasaisen kaarevaksi siten, että suurin korotus on keskellä. Tämä voidaan järjestää kuvan 22. osoittamalla tavalla.

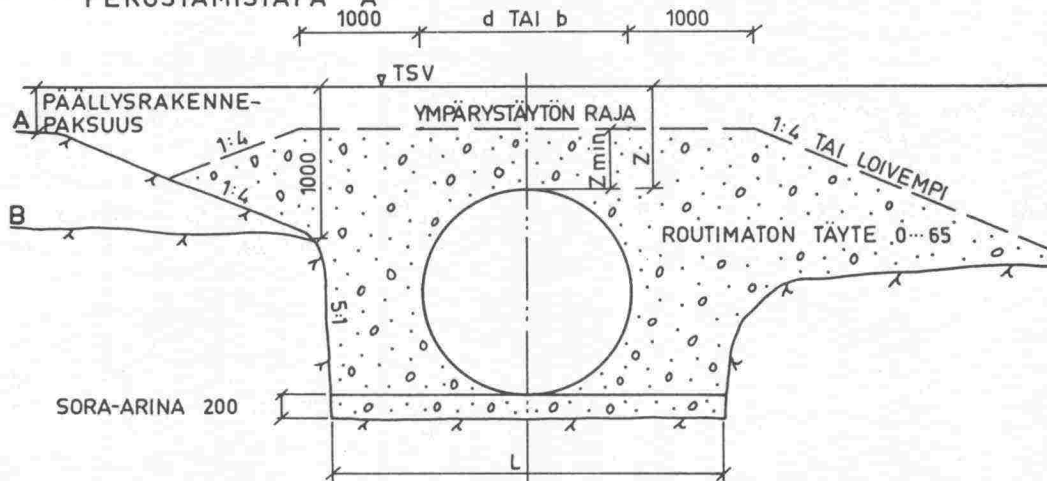


Kuva 22.

Putken korotus

PUTKEN PERUSTAMINEN KALLIOLLE

PERUSTAMISTAPA

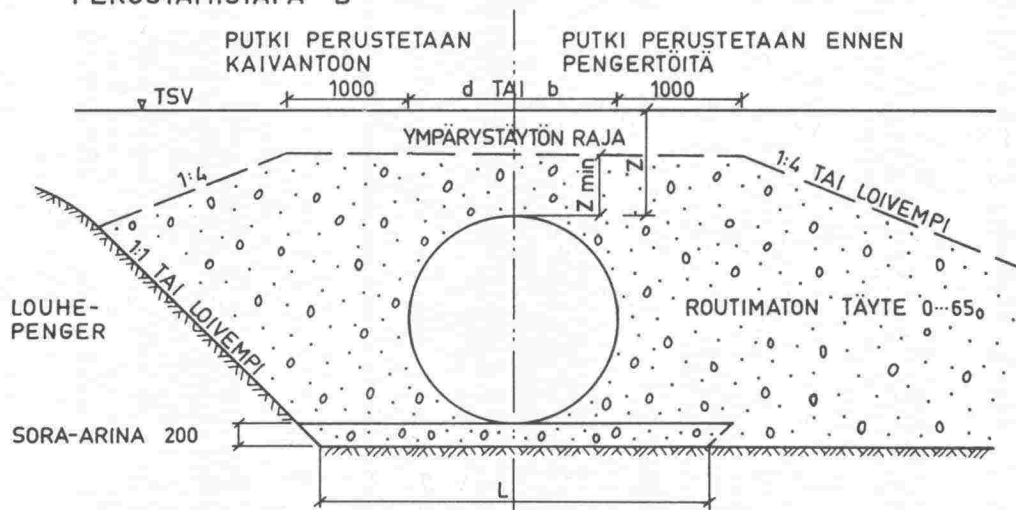


JOS d (b) < 2000 mm ON L = d + 1000 mm
 JOS d (b) ≥ 2000 mm ON L = d + 1500 mm

Z min = MINIMPEITESYVYYS = 500 mm

PUTKEN PERUSTAMINEN ROUTIMATTOMAN POHJAMAAN TAI
PENKEREEN VARAAN

PERUSTAMISTAPA B



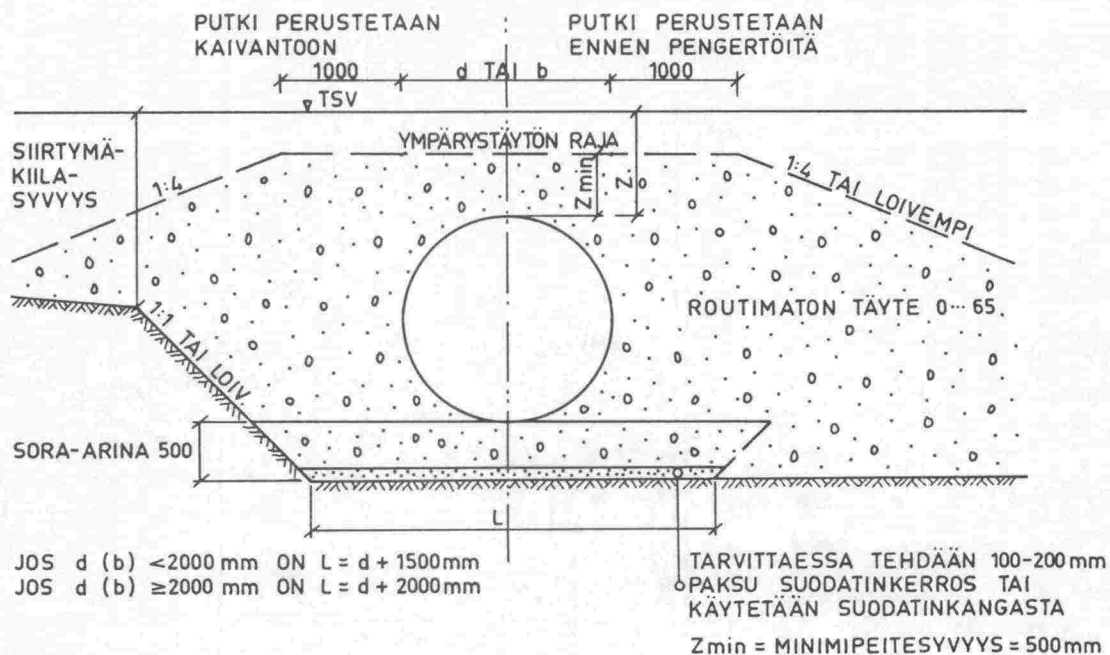
JOS d (b) < 2000 mm ON L = d + 1000 mm
 JOS d (b) ≥ 2000 mm ON L = d + 1500 mm

**HUOM! JOS POHJAMAAN TÄYTTÄÄ
ARINALLE ASETETUT VAA-
TIMUKSET, VOIDAAN PUTKI
PERUSTAA TIIVISTETYN
POHJAMAAN VARAAN**

$Z_{min} = MINIMPEITESYVYYS = 500\text{ mm}$

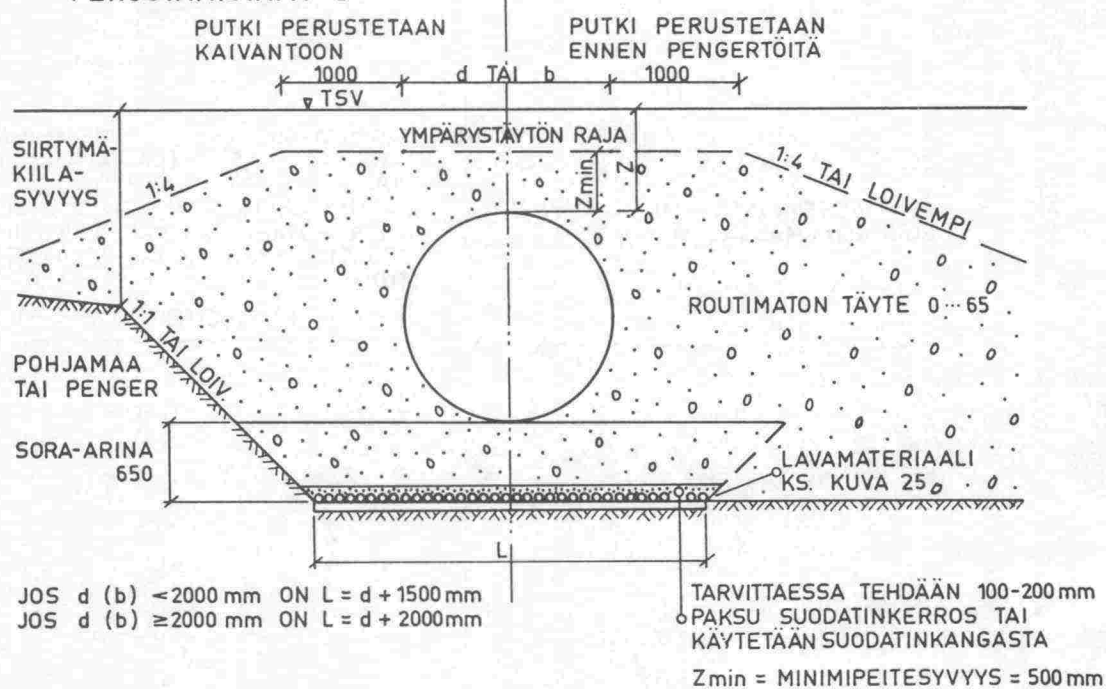
PUTKEN PERUSTAMINEN ROUTIVALLE MAALLE TAI PEHMEIKÖLLE

PERUSTAMISTAPA C

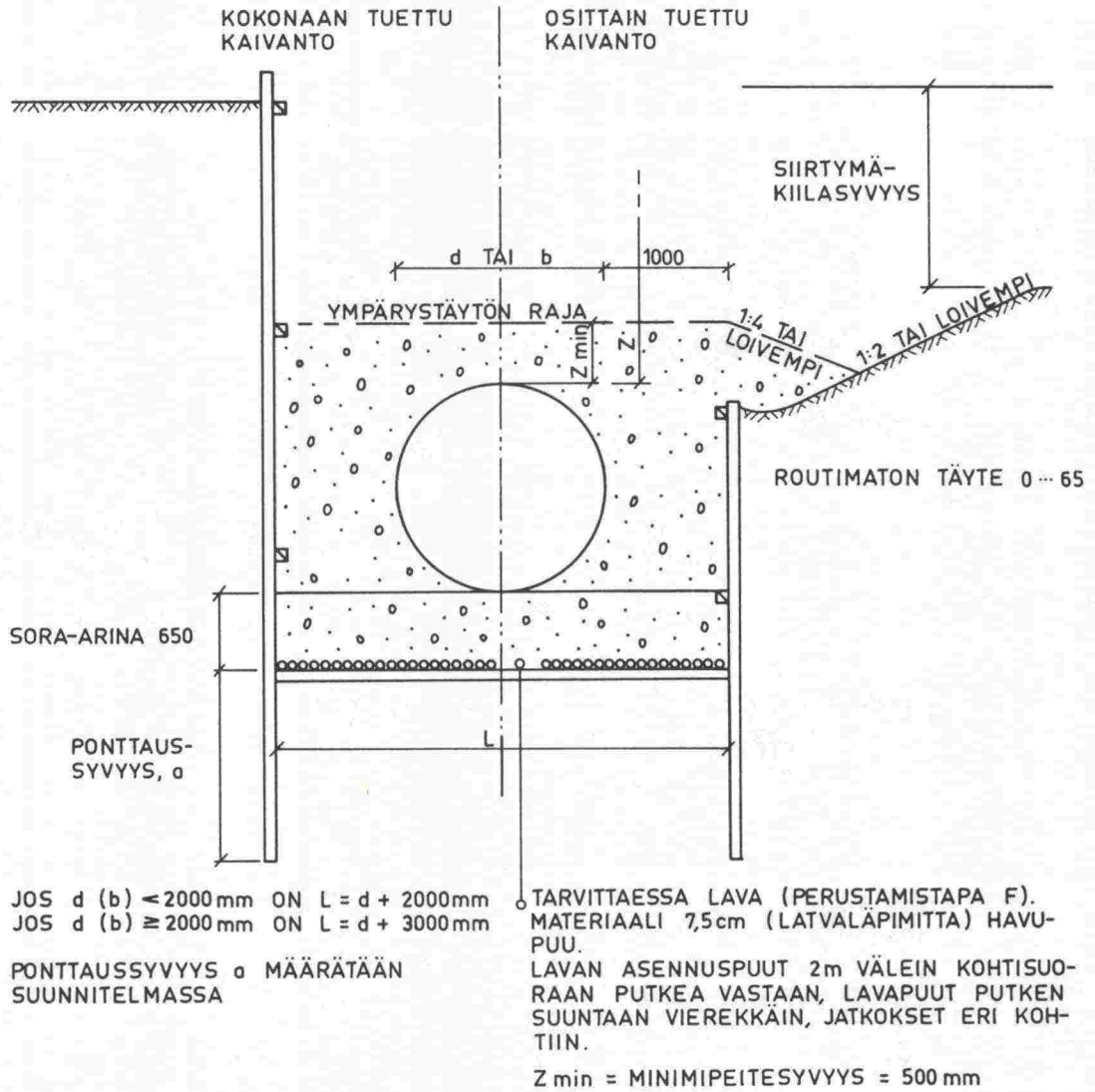


PUTKEN PERUSTAMINEN PEHMEIKÖLLE

PERUSTAMISTAPA D



PONTTISEINIEN KÄYTTÄMINEN PUTKIA PERUSTETTAESSA PERUSTAMISTAPA E (EI LAVAA) JA F (LAVA)



Kuva 25.

3.6 LISÄSUOJAUS

Teräsputki tarvitsee tietyissä olosuhteissa sinkkipinnoitteen lisäksi myös muunlaista suojausta. Lisäsuojausta tarvitaan seuraavissa olosuhteissa:

- Veden ja maan laadun tutkimuksen perusteella (ks.kohta 2.24).
- Putken asennus tehdään vedenalaisena työnä ja täyttömateriaalina käytetään mursketta tai murskesoraa.
- Veneily tai muu liikenne aiheuttaa vaurioita.
- Veden virtaus on erikoisen voimakasta, virtausnopeus $>0,5$ m/s.

Putken suojausmenetelminä tulevat kysymykseen:

- epoksipulveri, epoksimaalaus
- bitumi, asfaltti
- suodatinkangas tms.
- betoni
- katodinen suojaus

Voimakkaan korroosion alaisissa olosuhteissa, kun tarvitaan molemmiin puoliin suojausta, on epoksimaalaus tai -pulveri suositeltavin lisäsuojaus.

Mikäli putki halutaan lisäsuojata pinnoitteella, se on yleensä edullisinta tilata tehtaalta valmiiksi pinnoitettuna.

E p o k s i m a a l a u s t a käytetään kohdan 2.24 mukaisissa kaikissa lisäsuojausta edellyttävissä kohteissa. Tällaisen yhdistelmäpinnoitteen elinikä on pidempi kuin sinkki- ja maalikerrosten yhteenlasketut eliniät.

Sinkittyjä pintoja voidaan maalata heti sinkityksen jälkeen tai jonkin ajan kuluttua.

Pinta on aina puhdistettava huolellisesti ennen maalausta. Pinnat voidaan puhdistaa rasvoja emulgoivalla pesuaineella. Pesun jälkeen pinnat tulee huuhdella huolellisesti vedellä ja mielellään korkeapaineella.

Suhteellisen lievissä korroosio-olosuhteissa, kuten ulkoilmassa (alikulukäytävät) voidaan käyttää maaleja, jotka ovat kloorikautsu -tai epoksiperusteisia:

KK 100/2-ZnPe, E 100/2-ZnPe.

Vaikeissa korroosio-olosuhteissa on käytettävä epoksiperusteisia maaliyhdistelmiä:

ET 250/2-ZnPe, EH 160/2-ZnPe.

Maalit soveltuvat käytettäväksi lähinnä maalaamo-olosuhteissa, kloorikautsumaaleja voidaan käyttää myös kenttäolosuhteissa.

Maalaukseen liittyvät standardit ovat:

- SFS 4956, korroosionestomaalaus, suunnittelu
- SFS 4957, korroosionestomaalaus, esikäsitteily
- SFS 4959, korroosionestomaalaus, maalausmenetelmät ja maalaustyö

Yhdistelmä-tunnuksen merkitys, esimerkiksi:

ET 250/2 - ZnPe

jossa ET = maalityyppi (E epoksi, ET epoksipiki, EH moditoitu epoksimaali, KK kloorikautsu)

250 = yhdistelmän kokonaiskalvon paksuus (μm)

2 = maalauskerrosten vähimmäismäärä

ZnPe = esikäsitteily, maalaus sinkillä lian ja rasvan poiston jälkeen

E p o k s i p u l v e r i eli yksikomponenttinen jauhemaalit soveltuu käytettäväksi erikoisrasituksen alaisissa kohteissa samoin perustein kuin epoksimaalit. Epoksijauhemaalien maalikalvon muodostaminen tapahtuu 180... 200°C lämpötilassa sähköstaattisen ruiskutuksen jälkeen, maalaus edellyttää teollisuusmaalaamo-olosuhteita. Pinnoite kuuluu monilevyrakenteisten putkien tehdastoimituksiin (Epoxy-Bonded). Kalvonpaksuus on 200 μm .

B i t u m i s i v e l y tehdään kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen käsitteilykerta tehdään kylmäbitumilla BIL 105/85, joka toimii tartukkeena. Tämän päälle tehdään varsinainen bitumisuojaus kuumabitumilla BIP 5/35 vähintään yhteen kertaan. Bitumin lämpötilan

tulee olla noin 200°C. Sopiva aine-
menekki on BIL 105/85 0,5kg/m² ja BIP
95/35 1,5kg/m² yhteen kertaan käsi-
teltynä. Kerrospaksuudet on pyrittävä
saamaan mahdollisimman tasaisiksi.
Pinnoite soveltuu käytettäväksi putken
ulkopuolisena suojauksena. Vedenalai-
siin rakenteisiin voidaan käyttää myös
alumiinipigmentoituja asfalttiliuok-
sia. Näiden mekaaninen kestävyys on
kuitenkin aika huono.

S u o d a t i n k a n g a s t a t m s .
suojausta tarvitaan rummun ulkopuoli-
seen suojaamiseen jos ympäristäytössä
joudutaan käyttämään mursketta tai
murskesoraa (vrt.veteen asennus 4.6).
Jos vesi- ja maaolosuhteet edellyttä-
vät epoksimaalauksen tms. käyttöä,
riittää tämä yleensä suojaamaan myös
täyttötöyön aikaisia vaurioita vastaan,
eikä suodatinkangasta näinollen tarvi-
ta.

B e t o n i a voidaan käyttää vesistö-
putkien pohjalevyjen suojaukseen kulu-
mista vastaan. Betonointi tehdään poh-
jalle levitetylle metalliverkolle
ruiskubetonointina.

K a t o d i n e n suojaus on
teräsputkissa vasta kokeiluasteella,
se voidaan järjestää ns. uhrautuvien
anodien avulla.

3.7 MUUT SUUNNITTELUOHJEET

3.71 SIIRTYMÄKIILA

Siirtymäkiila tehdään putken yhteyteen
alusrakenteen routivuus- ja kantavuus-
erojen tasaamiseksi sekä niistä aiheu-
tuvien epätasaisten routimismousujen
ja painumien aiheuttaman haitan pie-
nentämiseksi (ks. TVH 722300 Teiden
suunnittelu kohta IV 3.23 ja TVH
732459 Tierakennuksen yleinen työseli-
tys, osa 1500). Kevyen liikenteen
teillä siirtymäkiilojen tarve harkit-
taan tapaus tapaukselta.

Pohjamaan kantavuuden, kustannusten
yms. perusteella voidaan siirtymäkiila
korvata lämpöeristeitä kuten solumuo-
via tai kevytsoraa käyttäen (ks. TVH
722300 Teiden suunnittelu kohta IV).

3.72 VERHOUKSET

Jos virtaavan veden, aallokon, jään
tai muun kuluttavan voiman aiheuttama
eroosio on voimakasta, verhoillaan
putken pääte. Verhoilu suojaa raken-
netta eroosiolta ja antaa sille tyy-
dyttävän ulkonäön (ks. TVH 732461
Tienrakennuksen yleinen työselitys,
osa 1800).

Pengerluiskat verhoillaan samoin kuin
tien luiskat muillakin osin käyttäen
tarvittaessa turveverhousta esimerkik-
si korkeiden penkereiden kohdalla.
Putkien päätteet sensijaan rakennetaan
kestävämmiin, jotta eroosio, liikkumi-
nen tms. vaikutukset eivät aiheuta
jatkuvia kunnossapitokustannuksia.
Tällöin tarvitaan yleensä kiviverhous-
ta. Sora, sepeli tai kiviheitoke tule-
vat kysymykseen vain sivuojauputkien
päätteissä.

Alikulkukäytävien päätteet verhoillaan
ulkonäkösystistä turve-, kivi- tai beto-
nielementtiverhouksella.

Verhoustapa esitetään suunnitelmassa.
Esimerkkejä erilaisista verhoustavois-
ta on esitetty kuvissa 27..32.

3.73 TUKIMUURIT

Tukimuureja käytetään putken päätteis-
sä silloin, kun pääte joudutaan teke-
mään kaltevuudeltaan jyrkemmäksi kuin
1:1. Pienehköissä kohteissa voidaan
tulla toimeen palkkiverhouksella (ker-
roskivirakenne) tai louheladoksella
(ks. TVH 732461 Tienrakennuksen ylei-
set työselitykset, osa 1800).

Vaativimmissa kohteissa tukimuurit
tehdään teräsbetonista paikalla valet-
tuna tai elementeistä, erikseen laadi-
tun suunnitelman mukaisesti.

3.74 KUIVATUS

Alikulkukäytävän yhteydessä tulee
kiinnittää huomiota pintavesien pois -
johtamiseen. Tarvittaessa käytetään
pintavesikouruja johtamaan vedet ali-
kulkukäytävästä. Arinaa ei kuivateta.

3.75 VALAISTUSLAITTEET JA KIINNIKKEET

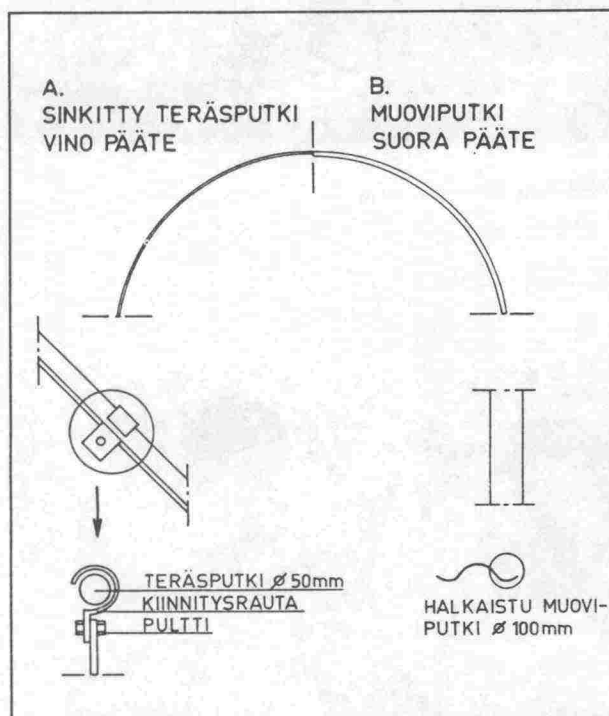
Alikulkukäytäviin joudutaan usein kiinnittämään valaisimia ja kaapelikiskoja. Kuvissa 33...36 on esimerkkejä valaistuksen järjestelyistä joissakin alikulkukäytävissä. Valaisimen tulee olla iskunkestävää tyyppiä. Alikulkukäytävien valaistus toteutetaan hyväksyttävän suunnitelman mukaisesti.

Valaisimet voidaan asentaa upotettuihin tehtaalla valmiiksi rakennettuihin valaisinlaatikoihin.

Vetotankoa tarvitaan vesistöputkissa, joista tulee päästä läpi veneillä ja jotka ovat niin pieniä, että vene on vedettävä putken läpi. Vetotanko asennetaan sopivalle korkeudelle putken sivuun esimerkiksi kuvien 37..38 osoittamalla tavalla.

3.76 ALIKULKUKÄYTÄVÄN PÄÄN SUOJAUS

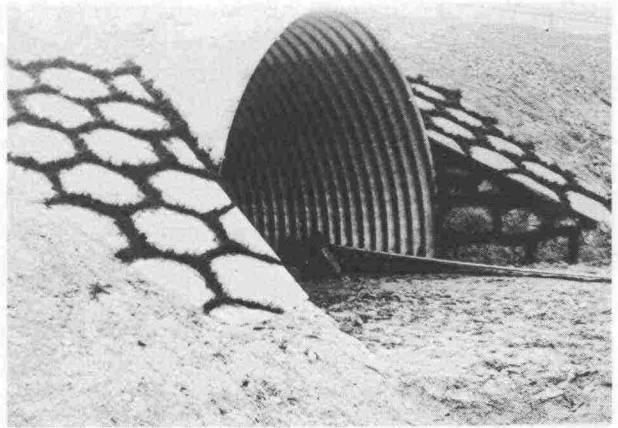
Alikulkukäytävän päänsuojaus on tarpeen varsinkin pienemmissä putkissa. Putken päänsuojaus voidaan tehdä esimerkiksi kuvassa 26. esitetyllä tavalla.



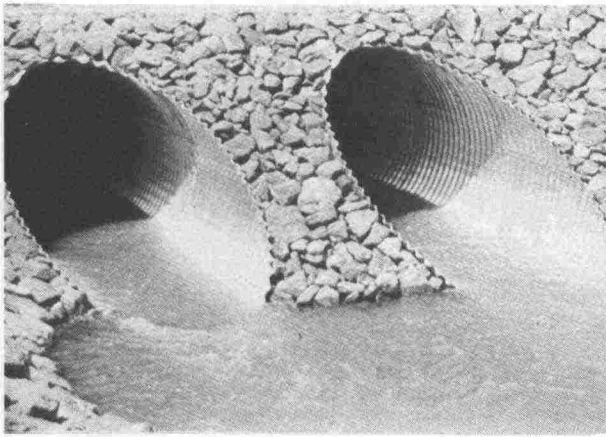
Kuva 26.
Alikulkukäytävän päänsuojaus.



Kuva 27.



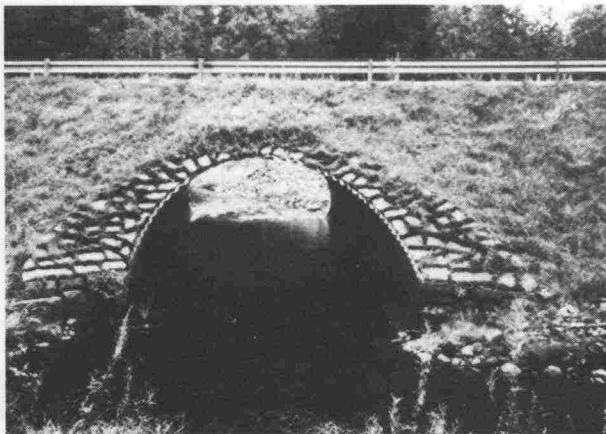
Kuva 30.



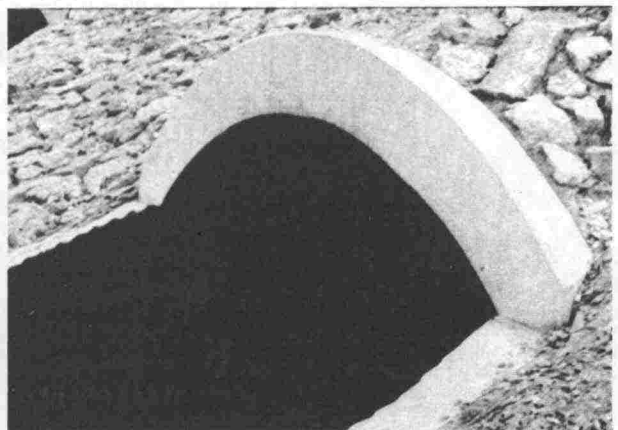
Kuva 28.



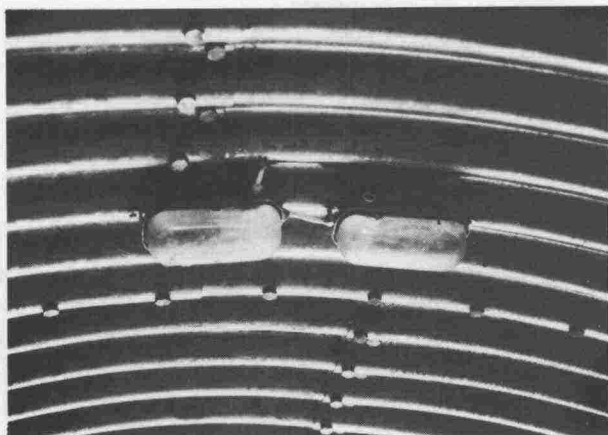
Kuva 31.



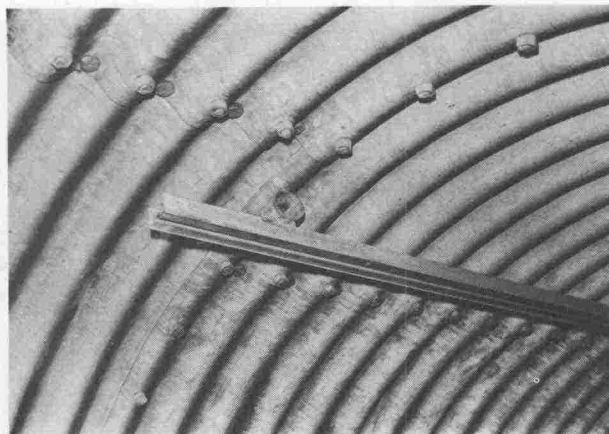
Kuva 29.



Kuva 32



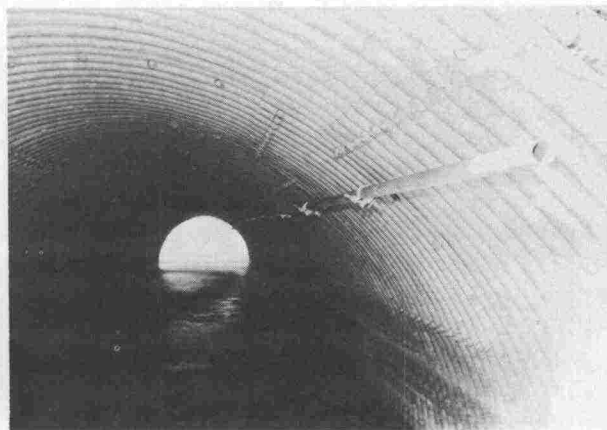
Kuva 33
Valaisimet kiinnitetty ruuveilla aallon sisäpuoliseen harjaan porattuihin reikiin.



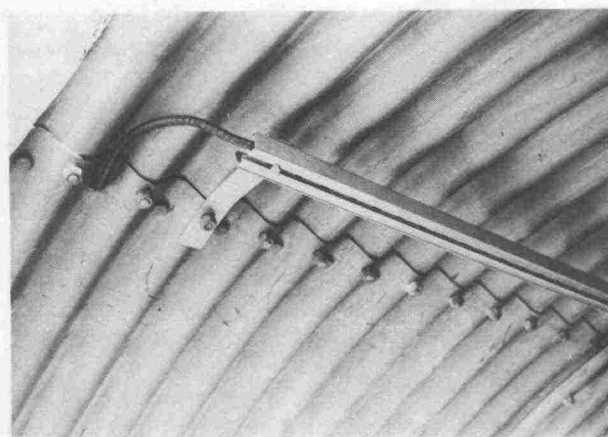
Kuva 36
Valaisinripustinkisko kiinnitetty putken asennuksen yhteydessä aallon sisäpuolisen harjan ruuveihin sijoitettuihin kannattimiin. Voidaan käyttää myös valaisinripustinkiskon kattokiinnikettä.



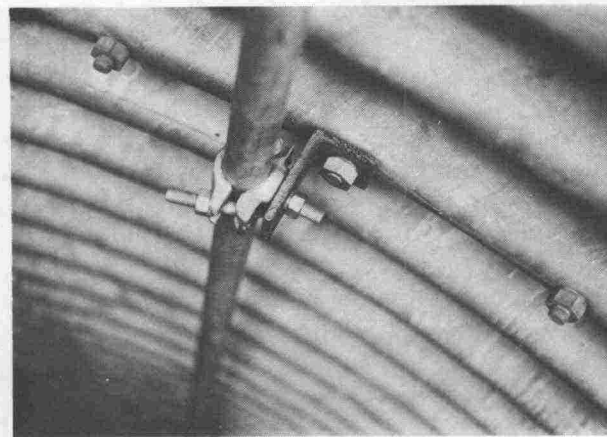
Kuva 34
Valaisimet kiinnitetty valaisinripustinkiskoon. Kiskon kannattimet asennettu putken asennuksen yhteydessä.



Kuva 37
Vetotangon sijoitus määrätään ottamalla huomioon veden korkeusvaihtelut.



Kuva 35
Kaapeli viedään putken ulkopuolelle ruuvireiän kautta. Kaapeli suojataan putken sisäpuolella kuumasinkityllä putkella.



Kuva 38
Vetotanko kiinnitetään putken asennuksen yhteydessä aallon sisäpuolisen harjan ruuveihin sijoitettuihin kannattimiin.

4. RAKENTAMINEN

4.0 YLEISTÄ

Putkien rakentamisessa ja uusimisessa on seuraavat työvaiheet:

- kaivannon teko
- arinan teko
- asennus
- ympärystäyttö ja viimeistely

Putken kokoamisessa on kolme tapaa:

- putki toimitetaan työmaalle valmiiksi koottuna
- putki kootaan kaivannossa
- putki kootaan kaivannon ulkopuolella

Kokoamistavan valinta riippuu käytettävästä putkityypistä, rakennuspaikan olosuhteista, työn kiireellisyydestä ja käytettävissä olevasta nosturikalustosta. Putken kokoaminen on yleensä helpointa suorittaa kaivannon ulkopuolella. Jos putken nostoon sopivaa nosturikalustoa ei ole kohtuullisin kustannuksin saatavissa, kootaan putki kaivannossa.

4.1 KAIVANNON TEKÖ

4.11 KAIVU

Kaivanto tehdään kuvien 23..25 mukaisesti, ellei rakennussuunnitelmassa ole muuta osoitettu. Lisäksi on otettava huomioon työsuojelua koskevat ohjeet (Työturvallisuuslaki 299/58, Rakennustyön järjestelyohje 274/69 ja muutos 496/72)

Kaivutyön yhteydessä on varottava olemassa olevia kaapeleita ja johtoja. Lähestyttäessä suunnitelman mukaista kaivannon pohjaa, on kaivutyö tehtävä varsinkin hienojakoisessa maalajissa varovasti, jotta ei häiritä perustusten alle jäävää pohjamaata ja jotta pohjamaan pinta saadaan mahdollisimman tasaiseksi. Kaivannon pohjatasoa ei tule kaivaa suunnitelman mukaista tasoa syvemmälle.

Valmiin kaivannon pinnassa olevat kiivet tulee poistaa, jos ne voivat liikua ja vaurioittaa putkea tai haitata ympärystätön tiivistämistä.

Mikäli putki joudutaan perustamaan syvälle tai, jos olosuhteet muutoin ovat

epäedulliset, on kaivanto tuettava. Jotta hydraulista murtumaa ei pääse tapahtumaan on pontit lyötävä suunnitelman edellyttämään syvyyteen.

Kaivumassojen läjittäminen on tehtävä riittävän kantavalle maalle. Kaivannon viereen ei saa läjittää kaivumassoja siten, että luiskien vakavuus vaarantuu.

Kaivannon teon aikana on tarkkailtava, pitävätkö suunnittelun perustana olleet pohjatutkimustiedot paikkansa. Erityisesti on tarkkailtava, että maapohjan laatu ja kantavuus perustamistasolla vastaavat suunnitelmassa esitettyjä tietoja. Havaituista eroista tulee ilmoittaa suunnittelijalle, jotta mahdolliset perustamis- ja kaivannon tukemistavan muutokset voidaan tehdä riittävän ajoissa.

4.12 KAIVANNON KUIVANAPITO

Yleensä putken perustus pyritään rakentamaan kuivatyönä. Kun putki rakennetaan vesiuomaan, on veden virtaus kaivantoon estettävä. Jos virtaama on pienehkö, riittää, että uoma padotaan maapadolla tai ponttiseinällä. Tarvittaessa vesi on kuitenkin ohjattava riittävän kauas rakennuspaikasta sivu-uomaan. Kaivantoihin noussut vesi poistetaan pumppaamalla. Herkästi häiriintyvien maalajien ollessa kysymyksessä veden poisto järjestetään myös kaivannon ulkopuolelle tehdyistä pumpukuoista. Tällaisissa tapauksissa voidaan kaivannon kuivanapito järjestää parhaiten pohjavedenpintaa alentamalla. Pohjavedenpinnan alentamisen jälkeen voidaan kaivu- ym. työt suorittaa ilman vesivaikeuksia.

4.2 ARINAT

Arinat tehdään eri perustamisratkaisissa kuvien 23..25 mukaisesti. Arinan materiaalin rakeisuusohjealue on esitetty kuvassa 40.

Arina on tiivistettävä tehokkaasti tärylevyllä tai sileävalssijyrällä enintään 200...300 mm kerroksina. Arinan ylimmän 200...300 mm kerroksen on

teillä, joilla käytetään päällysrakenteita 1...6, täytettävä keskimäärin 90 % tiiviysvaatimus (parannettu Proctor-menetelmä). Tiiviysmäärittäjä tehdään vähintään kaksi arinan ylimmästä kerroksesta. Yleensä tiiviys saavutetaan tärylevyllä (TL 00, TL 02) jyräyskertamäärällä 4 ja sileävalssijyrällä (JTM 00) jyräyskertamäärällä 4-6.

Liikajyräystä tulee välttää, koska siitä usein on seurauksena rakennekerrosten löyhtyminen uudelleen.

Arinan yläpinta muotoillaan putkelle määrätyn korotuksen mukaiseksi. Arina voidaan muotoilla myös putken pohjan muotoiseksi. Erityisesti matalarakenteista putkea käytettäessä arinan muotoilu helpottaa putken ympärystytön tiivistämistä.

Lämpöeristetty arina tehdään suunnitelman edellyttämällä tavalla. Lämpöeristelevyjen asennuksessa on erityistä huomiota kiinnitettävä levyjen liittymykseen.

4.21 SUODATINRAKENTEET

Routivan pohjamaan varaan rakennettavan arinan alaosaan on tehtävä suodatinkerros tai vaihtoehtoisesti käytettävä suodatinkangasta. Suodatinkerros rakennetaan suodatinhieasta (ks. TVH 732460 Tienrakennuksen yleinen työselitys, osa 1600). Suodatinkangasta käytetään, kun hiekan käyttö ei ole taloudellista tai pohjan pehmeiden vuoksi hiekkasuodattimen rakentaminen ei ole mahdollista. Jos putki kootaan kaivannossa, on työn kannalta miellyttävämpää käyttää suodatinkangasta.

4.22 ARINAN TUKIRAKENTEET

Lavat rakennetaan perustamistapoja D ja F esittävien kuvien 24 ja 25 tai suunnitelman mukaisesti. Lavapuiden jatkaminen tulee suorittaa niin, etteivät vierekkäisten puiden jatkokset satu samalle kohdalle.

4.3 ASENNUS

4.31 ASENNUSOHJEET

Ennen varsinaisen asennustyön aloittamista on kiinnitettävä huomiota työpaikkajärjestelyihin. Kaikki tarvikkeet, levyt, ruuvit ja työkalut yms., on lajiteltava erikseen siten, että erityyppiset osat löytyvät helposti.

Levyrakenteiden kokoaminen voidaan tehdä puisella asennusalustalla. Asennusalustan tulee olla suora ja tasainen eikä se saa liikkua työn aikana. Jos putki on koottu kaivannossa, poistetaan asennusalusta ennen ympäristäytystä. Mitään pysyviä asennustelineitä tai tukia ei saa jäädä putkeen tai putken ulkopuolelle.

Putki kootaan valmistajan ohjeiden mukaan. Ruuvit asennetaan vesistöputkissa siten, että ruuvin kanta tulee aallon pohjaan ja mutteri harjalle. Alikulkukäytävässä sen sijaan tulee ruuvit asentaa sisäpuolelta käsin pohjätätön yläpuolisella putken osuudella. Ruuvit kiristetään valmistajan ohjeen mukaisessa järjestyksessä. Ruuvien kiristämisessä käytetään sähkökäyttöistä tai paineilmalla toimivaa mutterinkiristäjää. Sopiva kireys saavutetaan vähintään 250 Nm vääntömomentilla.

Kierresaumaputket voidaan jatkaa hyväksyttävää jatkostyyppiä käyttäen valmistajan ohjeen mukaisesti.

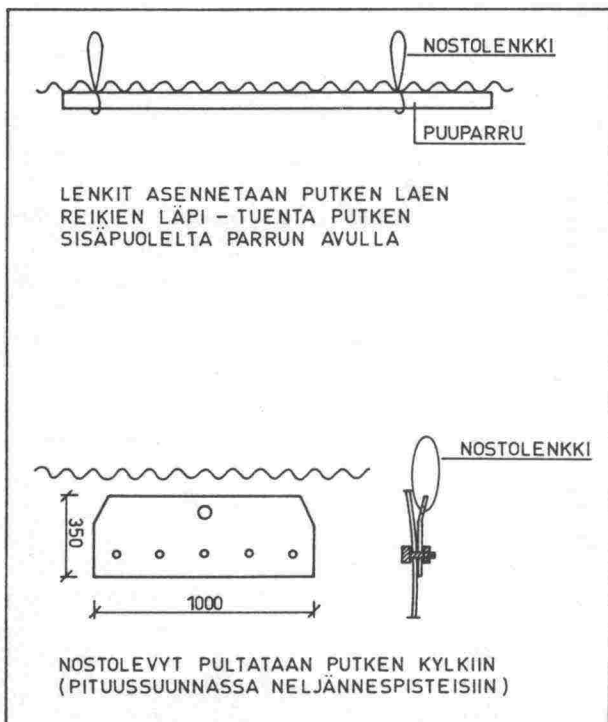
4.32 NOSTOTAPA

Kaivannon ulkopuolella koottu putki nostetaan kaivantoon nosturilla. Nostamisessa käytetään nostoliinoja, köysiä tai vaijereita. Vaijereita käytettäessä on putki suojattava vaijereiden kohdalta säkein tms. pehmikkein. Nostamisessa on myös muutoin noudatettava erityistä varovaisuutta. Nostamista varten voidaan putken sivuille asentaa erilliset nostolevyt tai putken läpi voidaan laittaa sisäpuolelta tuetut erilliset nostolenkit (kuva 39). Sopivat nostopisteet ovat neljännespisteet.

Jos putki on koottu kaivannossa, nostetaan putkea sen verran, että asennusalusta voidaan purkaa. Nostamiseen voidaan käyttää tunkkeja, traktoria yms., koska putkea ei tarvitse nostaa kokonaisuudessaan ylös. Nostamisessa on varottava vaurioittamasta sinkitystä.

Putki asetetaan huolellisesti paikalleen sora-arinalle ja tuetaan oikeaan asentoonsa. Ruuvien kireys tarkistetaan noston jälkeen ja tarvittaessa suoritetaan jälkikiristäminen.

Asennustyön yhteydessä mahdollisesti vaurioitunut levyjen sinkitys on korjattava heti sopivalla tavalla (ks. kohta 6.3.).



Kuva 39.

Sisäpuolelta tuetut nostolenkit ja nostolevyt.

4.4 TÄYTTÖ

Teräsputken kestävyys perustuu putken ja ympäröivän maan yhteisvaikutukseen. Sentähden on täyttömateriaalin valintaan sekä täyttö- ja tiivistystyön huolelliseen suorittamiseen kiinnitettävä erityistä huomiota. Ennen ympärystäytön aloittamista on tarkistettava, että putki on oikeassa asennossa. Ympärystäytön alussa putki voidaan tarvittaessa tukea paikoilleen.

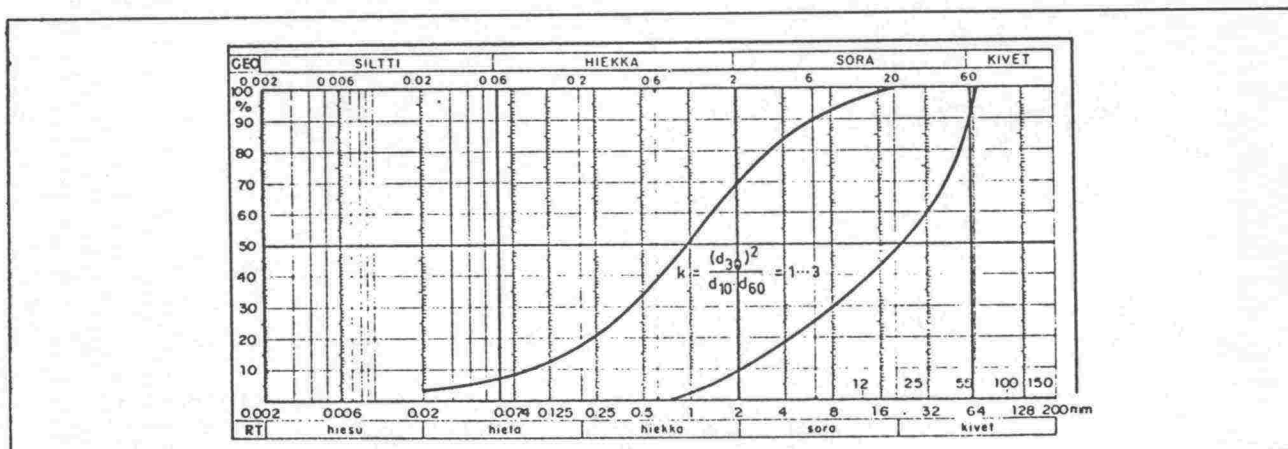
4.41 TÄYTTÖMATERIAALI

Ympärystäyttö tehdään sorasta, joka täyttää jakavan kerroksen laatuvaatimukset eikä se saa sisältää läpimitaltaan 65 mm suurempia kiviä. Täyttöön käytettävä materiaali ei saa olla jäässä eikä se saa sisältää lunta tai jäätä. Murskattua kiviainesta käytetään vain erikoistapauksissa (ks. kohta 4.63). Uusittaessa pieniä putkia voidaan ympärystäyttö tehdä kaivumailalla.

4.42 YMPÄRYSTÄYTTÖ JA TIIVISTÄMINEN

Ympärystäyttö aloitetaan sullomalla molemmilta puolilta samanaikaisesti soraa putken alle. Veden virtaus putken alle ja siitä johtuva täyttömateriaalin poishuuhtoutuminen on estettävä esimerkiksi savisulun avulla. Putken alustan täyttö on tiivistettävä huolellisesti käsi- tai konejuntalla. Matalarakenteisen putken alustan täyttö on tiivistettävä erityisen huolellisesti. On kuitenkin varottava tiivistämisestä liikaa, koska tällöin putki saattaa nousta ylös arinalta.

Varsinainen ympärystäyttö tehdään 200...300 mm vaakasuorina kerroksina samanaikaisesti putken molemmilla puolilla. Täyttömateriaalia ei saa tyhjentää auton lavalta suoraan putken ympärille. Jokainen kerros on tiivistettävä huolellisesti koko kaivannon ympärystäytön leveydeltä kuvien 42, 43 mukaisesti. Tiivistyskoneina käytetään tärylevyä tai sileävalssijyrää, esimerkiksi TL 00, TL 02 tai JTM 00. Tiiviysvaatimus on 90 % (parannettu Proctor-menetelmä). Tämä saavutetaan tärylevyä käyttäen neljällä (4) jyräyskerralla ja sileävalssijyrällä neljästä kuuteen (4-6) jyräyskerralla. Tiiviysmäärittämiä tehdään laadunvalvontaohjeiden mukaisesti. Täyttömateriaalin tiivistyminen voidaan määrittellä kokein myös etukäteen. Kevyen liikenteen teillä, yksityisteillä ja maatalousliittymissä ei tiiviysmäärittämiä yleensä tarvitse tehdä.



Kuva 40.

Ympäristäytön rakeisuus-ohjealue.

Ympäristäytettä jatketaan kunnes minimipeitesyvyys (=500 mm) on saavutettu. Tiivistäminen tapahtuu putken yläpuolisella osuudella vasta kun peitesyvyys ylittää 300 mm. Jos ympäristäyttö on osa päällysrakennetta, tehdään ympäristäyttö valmiiksi ja tiivistetään tämän jälkeen höylätään ylimääräinen ympäristäyttö pois, jos se ei täytä päällysrakenteelle asetettuja vaatimuksia. Jos putken ympäristäyttöön käytetään mursketta tai murskesoraa, on putki suojattava tältä osin suodatinkankaalla.

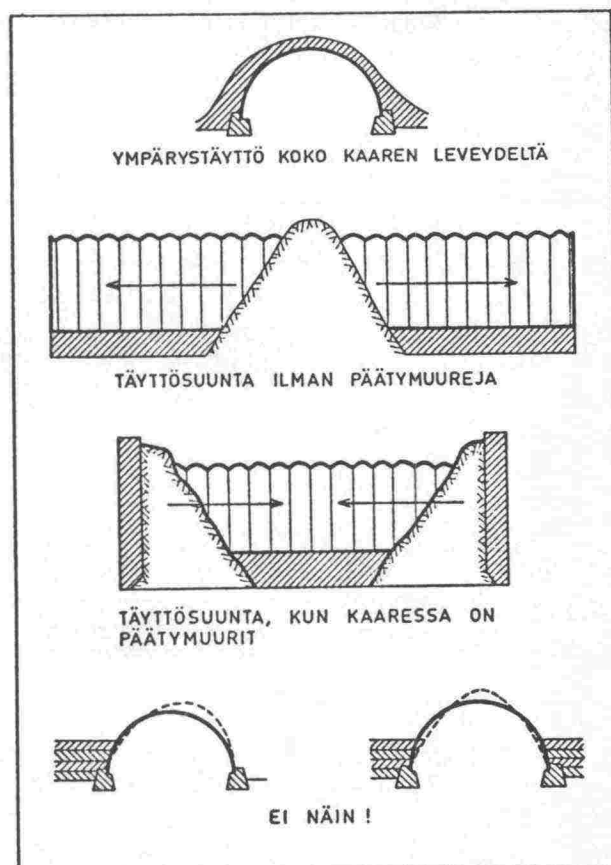
Ympäristäytössä voi epätasainen tai liiallinen tiivistäminen aiheuttaa putkessa muodonmuutoksia. Näiden välttämiseksi on putken poikkileikkauksen mitat tarkistettava tiivistystyön edessä. Jos jännemitassa esiintyy yli 2 % muodonmuutoksia, on tiivistystehoa pienennettävä.

Putken yli ei saa ajaa raskailla työ-koneilla tai autoilla, ellei putken yläpuolella ole putkelle määrättyä minimipeitesyvyyttä. Työn aikana voidaan putken yläpuolelle tehdä väliaikainen ylikulkukohta sorasta.

Tarvittavat pengertyöt voidaan tehdä normaalisti, kun esimerkkikuvien mukaiset ympäristäytöt on tehty. Louhepengertä ei saa kuitenkaan tehdä putken yläpuolelle, ennenkuin peitesyvyys on vähintään putken halkaisijan tai jännevälin paksuinen.

Ympäristäyttö tulee tehdä kuvan 43. mukaisesti myös siinä tapauksessa, että perustamisolosuhteet edellyttävät kevennettyä siirtymäkiilaa tai pengertä.

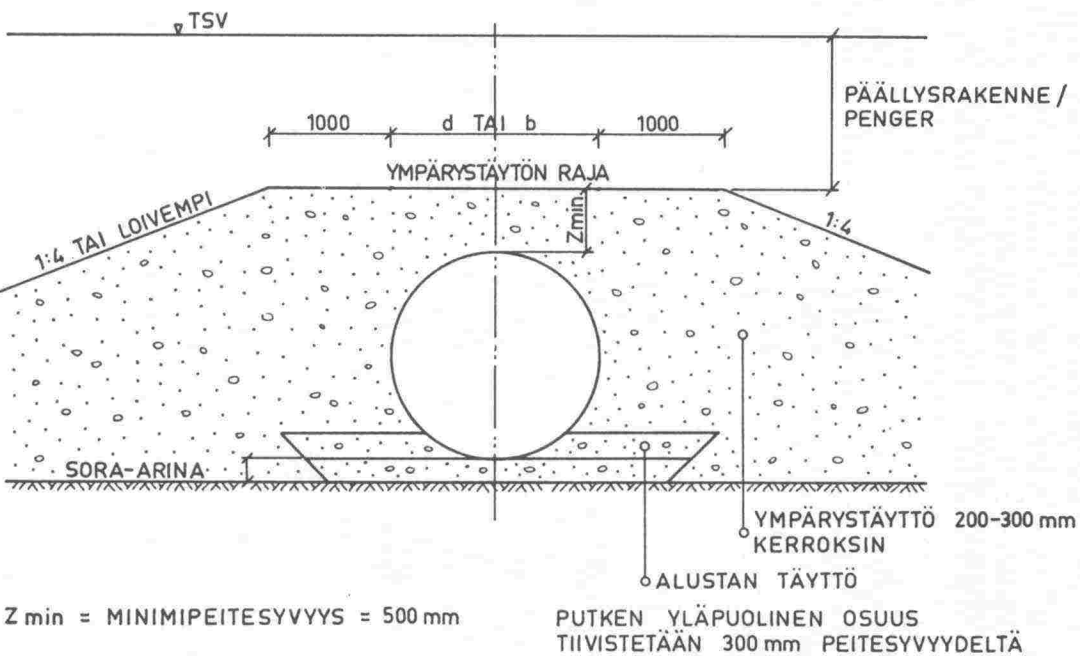
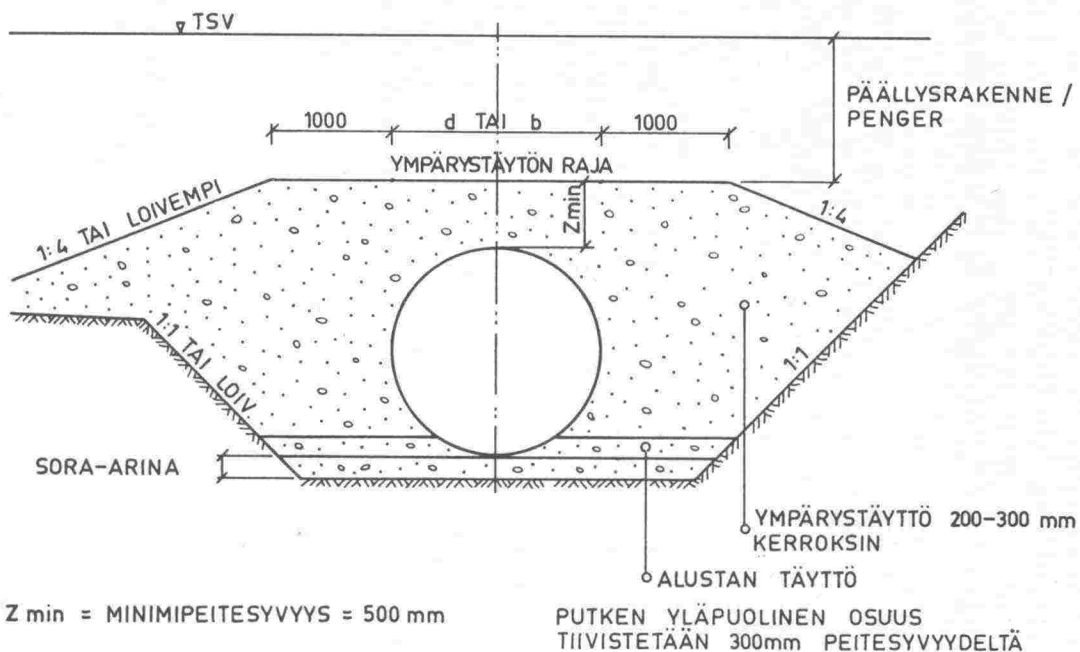
Kaaret peitetään aluksi noin 300 mm paksuisella ympäristäytöllä, joka tiivistetään varovasti juntalla. Ympäristäyttö aloitetaan kaaren keskikohdalta kaaren päiden suuntaa, jos kaaren päissä ei ole päätymuureja. Jos käytetään päätymuureja, aloitetaan ympäristäyttö molemmista päätymuureista samanaikaisesti kohti kaaren keskiosaa (ks.kuva 41).



Kuva 41.
Kaaren ympäristäyttö.

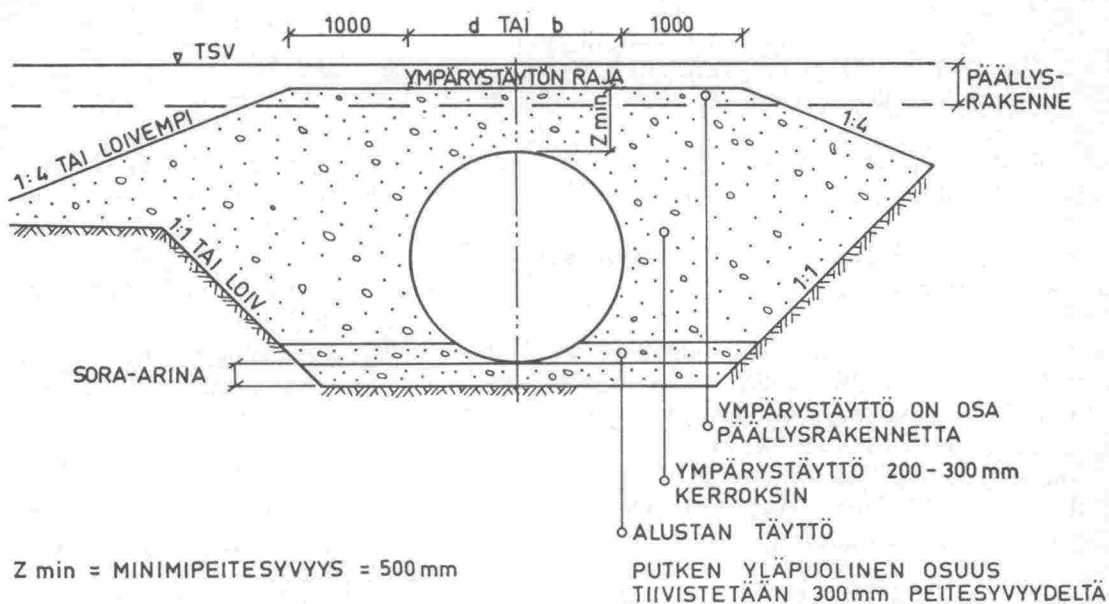
YMPÄRYSTÄYTTÖ

A. YMPÄRYSTÄYTTÖ

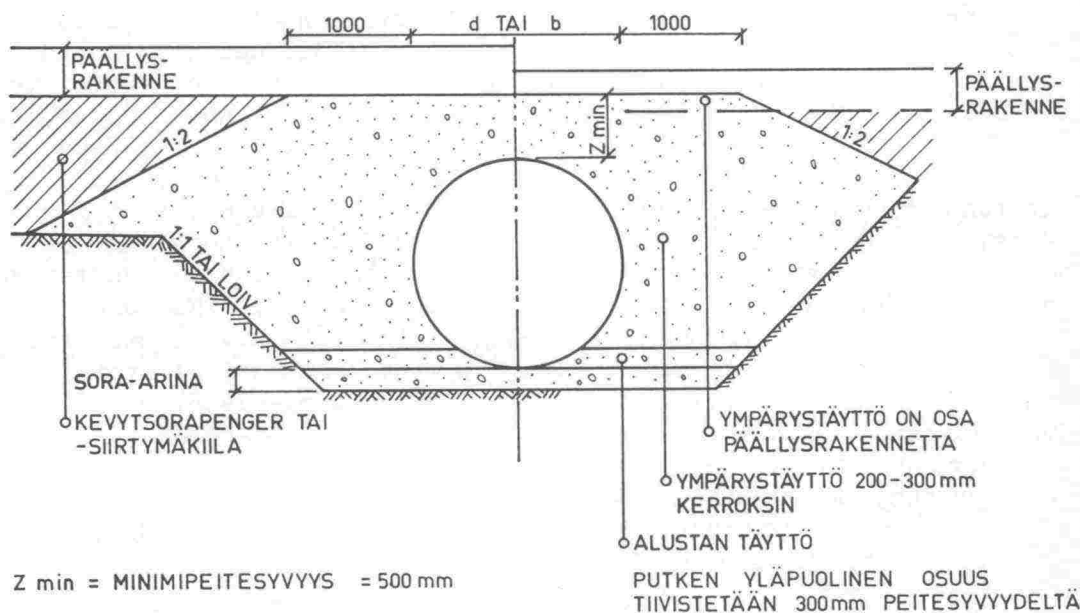


YMPÄRYSTÄYTTÖ

B. YMPÄRYSTÄYTTÖ ON OSA PÄÄLLYSRAKENNETTA



C. YMPÄRYSTÄYTTÖ KEVENNETYSSÄ PENKEREESSÄ



4.5 MUUT RAKENTAMISOHJEET

Siirtymäkiilat rakennetaan Teiden suunnittelu-ohjeiden mukaisesti (ks. TVH 722300, kohta IV 3.17)

Verhoukset ja tukimuurit tehdään suunnitelman mukaisesta materiaalista. Erityistä huomiota on kiinnitettävä verhousten ja tukimuurien perustamiseen (ks. TVH 732461 Tienrakennuksen yleinen työselitys, osa 1800).

4.6 ASENNUS VETEEN

Veteen asennus voi tulla kysymykseen mm. seuraavista syistä:

- Veden virtaus on voimakasta, eikä patoamista voida tehdä.
- Uoman siirtoa ei voida tehdä tai se tulisi kohtuuttoman kalliiksi.
- Pohjanmaa on hienojakoista tai vetäjäpääisevää ja kaivantoa ei voida pitää riittävän kuivana.

Veteen asennettaessa noudatetaan soveltuvin osin samoja ohjeita kuin kuivaan kaivantoon asennettaessa. Tarvittaessa sukeltajan tulee varmistaa, että kaikki työt tulevat tehdyiksi oikealla tavalla.

4.61 PERUSTAMINEN

Arinat tehdään suunnitelman edellyttämällä tavalla. Koska arinan tiivistäminen on veden alla vaikeaa tai mahdotonta tulee arina tehdä murskeesta tai murskesorasta ja pyrkiä muotoilemaan putken pohjan muotoiseksi. Arinan muotoiluun ja tiivistämiseen voidaan käyttää kaivinkoneen kauhaa. Jos sukeltajaa ei käytetä, voidaan arinan korkeus, muotoilu ja korotus tarkistaa esimerkiksi veneestä mittaamalla vedenpinnan ja arinan korkeuserot.

4.62 PUTKEN ASENNUS

Kun putki on koottu, suojataan se suodatinkankaalla arinan ja ympärystätön materiaalina käytettävän murskeen tai

murskesoran vuoksi. Murske tai murskesora vaurioittavat sinkitystä ilman suojausta. Putken asentaminen oikealle paikalleen on tehtävä huolellisesti ja on tarkistettava, ettei virtaava vesi ole päässyt kuluttamaan arinaa. Putki lasketaan veteen ylävirran puoleinen pää edellä.

4.63 TÄYTTÖ

Ympärystäyttömateriaalina käytetään mursketta tai murskesoraa, jonka maksimi raekoko on 65 mm.

Ympärystäyttö ja tiivistäminen tehdään samanaikaisesti putken molemmilta puolilta 200...300 mm kerroksin. Vedenalainen tiivistys tehdään käsityönä parrulla tai sauvalla juntaten tai mahdollisuuksien mukaan tärysauvalla. Veden yläpuoliset kerrokset tiivistetään huolellisesti tärylevyä tai siileävalssiä käyttäen kohdan 4.42 mukaisesti.

4.7 TALVIRAKENTAMINEN

Putkikaivanto on ennen täyttöä puhdistettava huolellisesti lumesta ja jäästä. Mikäli kaivanto on tehty routivaan maahan, on myös varmistuttava, etteivät kaivannon pohja, seinämä ja siirtymäkiila ole jäässä. Työn aikana on sopivalla suojaustoimenpiteellä eslettävä kaivanto jäätymästä tai työ on tehtävä niin nopeasti, ettei jäätymistä ehdi tapahtua. Routaantuneet maat korvataan putkikaivannon täyttöön käytettävällä kiviaineksella, joka tiivistetään huolellisesti. Tiiviysvaatimus ympärystätölle on sama kuin edellä kohdassa 4.42.

Täyttöön käytettävä maa-aines ei saa olla jäässä, eikä se saa sisältää lunta tai jäätä.

Putkisiltojen perustaminen veteen on helpointa talvella, koska vedenpinta on silloin alhaisimmillaan. Veteen tehty perustukset eivät myöskään jäädy, sen sijaan veden ja kuivan rajakohdasta täyttötyö on tehtävä niin nopeasti, ettei jäätymistä ehdi tapahtua.

5. RAKENTEIDEN HANKINTA JA VALVONTA

5.1 RAKENTEIDEN HANKINTAMENETTELY

Putken tilaus tehdään lomaketta TVH 721008 käyttäen, jonka jokainen kohta täytetään. Jos putki poikkeaa vakio-kokotaulukoiden (ks. kohta 2.3) putkityypeistä tulee tilauksessa ilmoittaa minkä valmistajan taulukoita on mitoitusta tehtäessä käytetty.

Teräsputkien hankinnassa noudatetaan TVH:n hankintatoimiston ja piirin kesken erikseen sovittua menettelytapaa.

Mikäli valmistaja poikkeuksellisesti tarjoaa tilauslomakkeessa esitetystä putkesta eroavaa putkea, tulee putken käyttökelpoisuus varmistaa työmaan yhdyshenkilöltä.

Tilauksesta lähetetään jäljennös putken vastaanottavan piirin varastopäällikölle.

5.2. KULJETUS JA VASTAANOTTO

Kuljetuksen sekä varastoinnin aikana on rakenneosat tuettava ja suojattava siten, ettei niihin aiheudu haitallisia muodonmuutoksia ja ettei sinkkipinnoite vaurioidu.

Rakenteiden vastaanoton yhteydessä tulee toimituserä tarkastaa. Samoin tulee varmistaa suomenkielisten kokamisohjeiden mukana olo. Mikäli puutteita (rahtikirja ja toimitus eroavat toisistaan) tai kuljetusvaurioita esiintyy, on tästä tehtävä merkintä rahtikirjaan ja ilmoitettava välittömästi piirin varastoryhmälle. Varastoryhmä reklamoi valmistajaa.

5.3 LAADUNVALVONTA

Rakenteiden käyttö edellyttää TVH:n tyyppihväksynnän. Valmistajan on tarvittaessa osoitettava ainestodistuksin tuotteiden käyttökelpoisuus. Lisäksi tehdään tilaajan toimesta ja kustannuksella pistokokeina TVH:n hankintatoimiston osoittamista toimituksista seuraavat määritykset:

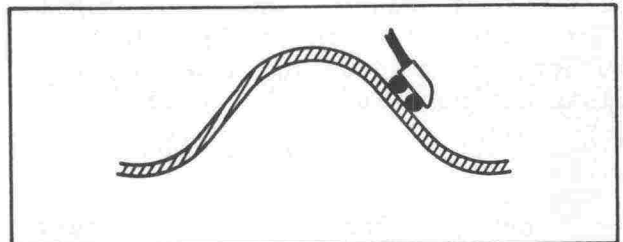
- teräksen laatu
- ruuvien ja materiaalien lujuus
- sinkityksen paksuus

Ennen kokoamista tehdään sinkkipinnoitteen paksuusmittaukset kestopagneettiin perustuvalla mittarilla. Mikäli tarkempi mittaus on tarpeen, se suoritetaan sähkömagneettista pinnointemittaria käyttäen. Sinkitysmittaukset tehdään pistokoeluontoisesti, tarkistettavista toimituksista sovitaan erikseen.

Kierresaumattuihin rakenteisiin käytetyn kuumasinkityn ohutlevyteräksen sinkkipinnoitteen paksuusmittauksista on sovittu erikseen valmistajan ja TVH:n välillä. Tulokset lähetetään toimituksen yhteydessä työmaalle.

Pienet naarmut tms. korjataan välittömästi kohdan 6.3 mukaisesti.

Sinkityspaksuuden mittauksessa noudatetaan standardia SFS 2768. Mittauskohta on ennen mittausta puhdistettava liasta yms. Tavallisesti samasta mittauspisteestä otetaan kolme lukemaa, joiden keskiarvo on mittauspisteen arvo. Mittauksessa saadaan luotettavin tulos sijoittamalla anturi aallotuksen suoralle osuudelle kuvan 44. mukaisesti.



Kuva 44.

Mittausanturi sijoitetaan aallotuksen suoralle osuudelle.

Mittauspisteet merkitään sopivalla maalilla myöhemmin mahdollisesti suoritettavia tarkistusmittauksia varten.

Asennus- ja rakennustyön laadunvalvonnassa noudatetaan, mitä edellä näissä ohjeissa ja tierakennustöiden laadunvalvontaohjeissa on sanottu.

5.4 TIETOJEN REKISTERÖINTI

Rakentaja täyttää rakennetusta putkesta teräsputken ominaistietokortin (TVH 721009) piirin rekisteriin. Silloiksi luettavista putkista (d 2 m) tulevat tiedot myös siltarekisteriin. Ominaistietokorttiin kootaan rakenneyms. tietojen lisäksi kuntotarkastusten tulokset.

6. KUNNOSSAPITO

6.0 YLEISTÄ

Vesistöputkien kunnossapidon tarkoituksena on pitää putket sellaisessa kunnossa, että pintavedet virtaavat esteettömästi putken läpi. Alikulkukäytävän kunnossapidon tarkoituksena on pitää tie liikennöitävässä kunnossa. Putki vaatii usein enemmän huoltoa kuin muut tien rakenteet. Kuntotarkastukset luovat edellytykset oikea-aikaisille kunnossapito- ja korjaustoimenpiteille.

6.1. KUNTOTARKASTUKSET

6.11 TARKASTUSMENETTELY

Silloiksi luettavien putkien ($d > 2$ m) tarkastukset suoritetaan ja tarkastuselostukset laaditaan kuten silloilla yleensä. Rumpujen (< 2 m) tarkastukset suoritetaan tiemestaripiirin toimesta. Tiemestaripiirin tarkastukset jaetaan määrääjain pidettäviin tarkastuksiin sekä tarpeen vaatiessa tapahtuvaan tarkkailuun. Määräaikaista tarkastuksia tehdään keväisin umpeenjäätäneiden putkien selvittämiseksi. Kevättulvien jälkeen ja syksyisin on putket pyrittävä tarkastamaan ja puhdistamaan roskista ja lietteestä.

Kuntotarkastuksessa on kiinnitettävä huomiota seuraaviin seikkoihin:

- liettyminen ja roskaisuus
- umpeenjäätyminen
- putkimateriaalivauriot: painumat, repeämät, korroosiosuojauksen kunto, syöpymät, naarmut, hankautumat yms.
- perustamisvauriot: painumat, sivuttaisliikkeet, kallistumat, yms.
- verhouksien ja tukimuurien kunto
- alikulkukäytävän kuivatuksen toimivuus
- alikulkukäytävän valaistuksen kunto

Kuntotarkastuksesta tulee tehdä merkintä teräsputkien ominaistietokorttiin (TVH 721009).

6.12 MITTAUKSET

Teräsputken korroosio voi olla tietyissä olosuhteissa erityisen voimakasta. Jos tällaista havaitaan kuntotarkastuksen yhteydessä, on syytä suorittaa uusintatutkimus mahdollisesti muuttuneiden maa- ja vesiolosuhteiden selvittämiseksi. Esimerkiksi teollisuuden jätevedet voivat nopeasti syövyttää putken. Maa- ja vesinäytteet tutkitaan kuten edellä kohdassa 2.24 on esitetty.

Sinkityksen paksuus mitataan kohdan 5.3 mukaisesti.

6.2 KUNNOSSAPITOTOIMET

6.21 LIETTEEN POISTO JA PUTKEN SULATUS

Tavallisimmat putkien kunnossapitotoimet tarkastusten jälkeen ovat niiden puhdistaminen liettyneestä maa-aineksesta sekä jäätäneiden putkien sulattaminen alkukevällä.

Lietteen poistossa saadaan paras tulos vesisuihkulla ja harjalla.

6.22 KUIVATUS

Alikulkukäytävän käytön kannalta on välttämätöntä huolehtia sen kuivatuksesta. Käytävän pohjalla ei saa seisoa vettä. Tämän vuoksi on tärkeätä, että alikulkukäytävän kunnossapitovastuu on yksiselitteisesti määrätty myös yksityisteiden osalta. Kuivatuksen toimivuus on yleensä riittävä, jos huolehditaan alikulkevan tien kunnossapidosta. Tällaisia toimenpiteitä ovat mm. seuraavat:

- Alikulkevan tien sivuoajat pidetään avoinna.
- Jäätäneet tai tukkeutuneet sadevesikaivot avataan. Myös sadevesijärjestelmän toimivuus pitää tarkastaa määrääjain.
- Alikulkevan tien aurauksessa, harjauksessa tms. ei jätetä "kynnystä" alikulun suulle.
- Painumat ja kohoumat tasoitetaan, ts. pituus- ja sivukaltevuudet pidetään kuivatuksen edellyttämässä kunnossa.

6.23 MUITA TOIMENPITEITÄ

Kasvillisuuden poisto tapahtuu samoja menetelmiä käyttäen kuin lietteen poisto. Putkien päätteet tulee puhdistaa kasvillisuudesta, joka voi kerätä lietettä tai roskaa ja hidastaa veden virtausta sekä rikkoa päätteet.

Verhousien ja tukimuurien vauriot voivat aiheuttaa eroosioita tien luis-kassa, tukkia uoman tai olla vaaraksi alikulkevalle liikenteelle. Verhousien ja tukimuurien kuntoa tulee tarkkailla säännöllisesti ja niiden vauriot tulee korjata välittömästi.

6.3 SINKITYKSEN KORJAUS

6.31 PINNAN PUHDISTUS

Vaurioituneet sinkkipinnat tulee puhdistaa huolellisesti ennen korjausta. Puhdistukseen käytetään vaurioalueen pinta-alasta ja syöpymisasteesta riippuen:

- hiekkapuhallusta
- kemiallista tai biologista ruosteenpoistajaa

H i e k k a p u h a l l u s t a käytetään tavallisimmin silloin kun sinkitys korjataan ruiskusinkityksellä. Yleensä menetelmä on taloudellinen, kun vaurioalue on suurehko ja sopiva kalusto on saatavilla.

K e m i a l l i n e n j a b i o - l o g i n e n ruosteenpoistomenetelmä soveltuu pinta-alaltaan pienehköjen vaurioiden puhdistukseen. Ennen ruosteenpoistajan levitystä vaurioituneelle pinnalle, puhdistetaan vaurio-kohta teräsharjalla irtonaisesta ruosteesta ja liasta. Kemiallinen ruosteenpoistaja levitetään joko sivel-timellä tai ruiskulla. Käsittely uusi-taan noin tunnin välein, kunnes pinta on väriltään musta tai harmaa. Kuivunut pinta maalataan joko akryy-lilateksilla tai epoksimaalilla. Bio-logisen ruosteenpoistajan levityksen jälkeen annetaan sen vaikuttaa noin 12...24 tunnin ajan, jonka jälkeen pinta pestään huolellisesti vedellä ja annetaan kuivua. Sen jälkeen se maalataan esimerkiksi sinkkipöly- tai epoksimaalilla.

6.32 PINNAN KORJAUS

Sinkitys voidaan korjata seuraavia me-netelmiä käyttäen:

- ruiskusinkitys
- maalaus
- korjauspuikot

R u i s k u s i n k i t y k s e l l ä saadaan tulos, joka vastaa lähes alku-peräistä korroosionkestävyyttä. Ruis-kusinkitystä käytetään hiekkapuhalta-malla puhdistetulle pinnalle. Välittö-mästi ruiskutuksen jälkeen suoritetaan kalvopakisuuden mittaaminen. Jos ohuita kohtia löytyy, tehdään lisäruiskutus. Ruiskusinkitty pinta käsitellään heti sinkityksen jälkeen kertaalleen vinyy-li- tai epoksilakalla pinnan tiivistä-miseksi.

M a a l a u s t a käytetään kaiken-laisten sinkitysvaurioiden korjaukses-sa. Vaurioalue tulee yleensä puhdistaa jollakin eo. kohdassa esitetyllä ta-valla. Maaleina tulee käyttää kul-loinkin sopivaa maalia. Kemiallisella ruosteenpoistajalla puhdistetun pinnan maalaukseen ei saa käyttää sinkkirik-kaita maaleja, jotka muissa tapauk-sissa ovat käyttökelpoisin korjaus-menetelmä. Maalaus tehdään joko si-veltimellä, yleensä kahteen kertaan, tai ruiskumaalauksena. Värien yhteen-sopivuutta kirkkaan sinkkipinnan kans-sa voidaan parantaa maalaamalla pääl-limmäinen kerros alumiinirikkaalla maalilla.

K o r j a u s p u i k o t ovat sinkki-lyijy-tina-seosta. Korjattava pinta puhdistetaan huolellisesti, kuumennetaan kaasuliekillä n. 320° C:een. Tämän jälkeen hangataan pintaan juote, joka sulaa ja levittäytyy pin-nalle. Korjauspuikkojen käyttö on han-kalampaa kuin maalien, mutta päällys-teen korroosiokestävyys ja ulkonäkö on samaa luokkaa kuin kuumasinkityn levyn.

6.4 PUTKEN UUSINTA

Rumpujen ($d < 2 \text{ m}$) uusiminen suoritetaan kunnossapitotoimenpiteinä. Putki joudutaan toisinaan uusimaan rakenteen kunnan heikkenemisen vuoksi. Jos putken kunto on erittäin huono, voidaan se tukea väliaikaisesti sopivilla tuilla.

Putken uusiminen on suunniteltava huolellisesti. On tutkittava, mitkä syyt ovat aiheuttaneet kunnan heikkenemisen ja tehtävä tarpeelliset rakennemuutokset tai suojaustoimenpiteet. Jos perustuksessa on tapahtunut huomattavia painumia, on perustamistapaa tarvittaessa muutettava. Lisäsuojaustarpeen selvittämiseksi otetaan vesinäytteet uomasta.

Kuivatusolosuhteissa tapahtuneet muutokset tarkistetaan ennen putken uusimista. Suuremmista vesistöputkista hankitaan vesipiirin lausunto.

Putki voidaan uusida myös siten, että uusi, poikkileikkaukseltaan hieman pienempi putki työnnetään vanhan putken sisään. Putkilevyjen välinen tila täytetään mahdollisuuksien mukaan, esim. betonilla. Menetelmän onnistuminen edellyttää, että vanha putki ei ole painunut tai käyristynyt kovin pahasti. Vesiaukon tulee täyttää vesipiirin vaatimukset.

Piirin tilaus ja päivämäärä

Nro 123/Pvh-6

PUTKEN SIJAINTI

1 Rakennushankkeen nimi ja nro Pt 14247 parantaminen Hakosalmen sillan kohdalla, 8346		
2 Tien nimi ja nro Tunkelon pt 14247	3 Tieosan nro 01	4 Pl:llä 2+00
5 Kunta Längelmäki		6 Km:llä
7 Sillan/rummun nimi Hakosalmen silta		
8 <input checked="" type="checkbox"/> vesistöputki <input type="checkbox"/> alikulkukäytävä <input type="checkbox"/> muu		

MUOTO JA RAKENNE

9 <input checked="" type="checkbox"/> pyöreä <input checked="" type="checkbox"/> ellipsi <input type="checkbox"/> matalarak. <input type="checkbox"/> alikulku		
<input type="checkbox"/> vaaka-ellipsi <input type="checkbox"/> kaari		10 Minimipinta-ala 5,3 m ²
11 Rakenne A1 A2 C4		12 Vakiokokotaulukon nro 8,9
13 Rakenteen minimilevypaksuus 2.75 2.75 3.00		Ruuviliitos cm ² /m 30
14 Sinkitysvaatimus <input checked="" type="checkbox"/> kohdan 2.42 mukainen		Lisäsuojaus <input type="checkbox"/>

MITAT

15 Halkaisija/leveys x korkeus (sisämitta) 2600 / 2490 x 2750		Sallittu suurin korkeus 2800	
16 <input type="checkbox"/> suora <input checked="" type="checkbox"/> viistetty		17 Viistesuhde 1:1,5	18 Viisteen alkamiskorkeus 700
19 Suuntakulma <input type="checkbox"/> 70 gon <input type="checkbox"/> 100 gon		<input type="checkbox"/> 130 gon	<input checked="" type="checkbox"/> muu 85 gon
20 Alapituus 16400 + 600 (sallittu lisäys)		21 Yläpituus 10700 + 600 (sallittu lisäys)	
22 Peitesyvyys ajoradan pinnasta min 620 max 720		23 Putken kaltevuus 1 %	24 Veden virtaussuunta oikealle

ERIKOISTA

25

Lisäksi noudatetaan julkaisua TVH 722501 Aallotetut teräsputket

TOIMITUSTA KOSKEVAT TIEDOT

Maksumomentti tai varastotili 8346/01/33301	
Toivottu toimitusaika 3.6.1987	Toimitustapa autokuljetus
Toimitusosoite Tunkelon pt. 14247, Hakosalmen silta	
Postiosoite TVL, 34450 Jäminkipohja	
Työmaan yhdyshenkilö Rkm. T. Terävä	Puhelin 939/27199
Postiosoite TVL, 33450 Jäminkipohja	

Lomakkeen täyttäjä ja päivämäärä
A. Ansio

Lomakkeen tarkastaja ja päivämäärä
T. Terävä

Täyttöohjeet kääntöpuolella

TÄYTTÖOHJEITA

Lomakkeen kohdat MUOTO JA RAKENNE sekä MITAT täytetään noudattaen julkaisua TVH 722501 Aallotetut teräsputket.

- 9 - katso 2.2i
- 10 - ilmoitetaan vaadittu minimipinta-ala (m²)
- 11 - katso 2.3i
ilmoitetaan kaikki kysymykseen tulevat rakenteet
- 12 - ilmoitetaan vakiokokotaulukon numero, katso 2.32, 2.33
- 13 - ilmoitetaan kaikkien kysymykseen tulevien rakenteiden
levypaksuudet ja ruuviliitosten ruuvien poikkipinta-ala
- 14 - jos putki ei täytä sinkitysvaatimusta, on käytettävä lisäsuojasta
kohdan 3.6 mukaisesti
- 16 - katso 3.2
- 17, 18 - katso 3.2
jos putken päät viistetään eri tavalla, merkitään oikea/vasen
esim. 1:2/1:1,5, 700/1200
- 19 - katso 3.2
- 20, 21 - katso 3.3
- 24 - ilmoitetaan veden virtaussuunta; oikealle, vasemmalle
- 25 - ilmoitetaan mahdollisista erikoiskohdista: lisäsuojaus,
kaksoisputki, poikkeaminen vakiokoosta viitaten valmistajan
taulukkoon, vanhan putken jatkaminen ilmoittaen tarkat tiedot
jatkettavasta putkesta yms.
Tarvittaessa käytetään erillistä liitettä.

TILAUSTA KOSKEVIA YLEISIÄ OHJEITA

Toimituksen yhteydessä tulee vastaanottajalle toimittaa suomenkielinen asennusohje.

Hämeen piiri

Sillan/rummun nimi Kalaojan silta		Tunnusnumero 218
Tien nimi ja nro Lahden - Hollolan mt 316		
Tieosan nro 03	Km:llä (pl:lla) 12+35	
Kunta Hollola		
Putken valmistaja/maahantuoja SG/M		
<input checked="" type="checkbox"/> vesistö	<input type="checkbox"/> alikulku	<input type="checkbox"/> muu, mikä
Alikulkeva vesistö, tie Kalaoja		Rakennusvuosi 1970
Suunnitelman nimi Kalaojan rumpu, Lahden - Hollolan mt, pl:lla 1235, Hollola		Kiintopiste h=83,36 12+26 vas. 28,30 m
Piiirustusten numerot R7/1 ja 2		

RAKENNE

<input checked="" type="checkbox"/> monilevy	<input type="checkbox"/> kaksilevy	<input type="checkbox"/> kierrehitsattu	<input type="checkbox"/> kierresaumattu
<input type="checkbox"/> muu, mikä		Aallotus 150x50	

MUOTO

<input type="checkbox"/> pyöreä	<input type="checkbox"/> ellipsi	<input checked="" type="checkbox"/> matala	<input type="checkbox"/> kaksoisputki
<input type="checkbox"/> alikulku	<input type="checkbox"/> vaaka-ellipsi	<input type="checkbox"/> kaari	
<input type="checkbox"/> muu, mikä			

MITAT

Halkaisija/leveys x korkeus 3610x2235	Levypaksuus 4,7	Sinkitys 60 m
Pituus- ja poikkileikkaustiedot (piirretään)		Suuntakulma 83 gon

MAA- JA VESITUTKIMUS

	Maa	Vesi		Maa	Vesi
pH-luku		4,8	Veden virtausnopeus m/s		1,0
Kloridit Cl ⁻		32 mg/l	Sulfaatit SO ₄ ²⁻		109 mg/l
Kovuus °dH		0,8			

SILTA/RUMPUPAIKKA

Pohjamaa ja perustamistapa LjSa D	Ympäristäytön Proctor-tiivistyksien ka. 89,6 %/6 kpl
Päätyvahvistus Kiviverhous	Uoman verhous -

Suojaustoimenpide	Painorajoitus	Työnaikaiset vauriot
Suunnitelman vahvistus-/hyväksynispvm 5.5.1969/30.9.1968		Velaistus, vetotangot yms.

	Leusunnan pvm	Numero
Vesipiiri		
Uittoyhdistys	9.1.1966	2844 Kalajoen silta
Vesioikeus		

5.6.1970	Rkm.Terävä, vastaanottotarkastus, tark, -74
2.8.1974	Tm Tutkiva, perustus painunut, tark. -80

[illegible][illegible]

